

مدل سازی زمان رطوبتی و تعیین آستانه تحمل به شوری و خشکی جوانه زنی گونه های مختلف ریحان (*Ocimum basilicum*)

سدا به جهان بخش^۱، قاسم پرمون^{۲*}، حمیده آزاد قوجه بیگلو^۳ و علی قاطعی^۴

- ۱- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
 - ۲- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
 - ۳- کارشناسی ارشد اصلاح گیاهان باغبانی، گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
 - ۴- مربی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، خوزستان، ایران
- (تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۲۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۲۹)

چکیده

به منظور مطالعه تأثیر تنش شوری و پتانسیل اسمزی بر جوانه زنی و رشد گیاهچه و برآزش مدل زمان رطوبتی و آستانه تحمل به شوری دو گونه مختلف ریحان، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در دانشگاه محقق اردبیلی در سال ۱۳۹۴ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل دو گونه ریحان (ریحان بنفش و ریحان قرمز)، نمک های مختلف (Manitol, NaCl, K₂SO₄, NaCl+K₂SO₄) و پتانسیل های مختلف (۰، -۳، -۶ و -۹ مگاپاسکال) بود. نتایج خروجی مدل نشان داد که سرعت جوانه زنی در شرایط تنش خشکی در گیاه ریحان قرمز ($\theta_H=37/32$) نسبت به ریحان بنفش ($\theta_H=106/20$) بیشتر و یکنواختی جوانه زنی برای ریحان بنفش ($\sigma_{pb}=3/37$) نسبت به ریحان قرمز ($\sigma_{pb}=1/44$) کمتر بود. از نظر مقاومت به خشکی ($\Psi_b(50)$) ریحان قرمز نسبت به ریحان بنفش بیشتر بود. آستانه تحمل به شوری در مرحله جوانه زنی نشان داد، در ریحان بنفش در تیمارهای NaCl, K₂SO₄ و NaCl+K₂SO₄ به ترتیب دارای آستانه تحمل -۰/۵۹، -۰/۱۳ و -۰/۸۷ بار و در ریحان قرمز در تیمارهای فوق به ترتیب برابر با -۰/۳۱، -۰/۲۵ و -۲/۸۸ بار بود. تنش شوری و خشکی موجب کاهش در رشد گیاهچه و شاخص قدرت بذر شد. بیشترین (۰/۹۲) و کمترین (۰/۷۸) میزان استفاده از ذخایر در مورد ریحان بنفش به ترتیب از نمک NaCl و استفاده همزمان از NaCl+K₂SO₄ مشاهده شد. این در حالی است که بیشترین میزان استفاده از ذخایر (۰/۹۱) در مورد ریحان قرمز از نمک K₂SO₄ و کمترین مقدار (۰/۴۹) از کاربرد NaCl به دست آمد. بالاترین شاخص وزنی قدرت ریحان بنفش از پتانسیل اسمزی صفر مشاهده شد. کمترین شاخص وزنی ریحان بنفش نیز از پتانسیل -۹ بار مانیتول حادث شد. به طور کلی مشاهده شد، ریحان قرمز در مقایسه با ریحان بنفش از تحمل بیشتری برخوردار بود و ترکیب تیماری کلرید سدیم و سولفات پتاسیم بیشترین تأثیر را بر این صفات داشته که نشان دهنده تأثیرات سمیت این نمک ها در مقایسه با تأثیرات اسمزی آنها است.

کلمات کلیدی: ریحان بنفش، کارایی ذخایر بذر، تنش محیطی، هیدروترمال، پتانسیل آب پایه.

Modeling hydrotime and threshold tolerance to salinity and drought on germination different species Basil (*Ocimum basilicum*)

S. Jahanbakhsh,¹ Gh. Parmoon^{2*} and H. Azad³ and A. Ghatei⁴

- 1- Associate Professor. Department of Plant Breeding and Biotechnology, Collage of Agriculture, university of mohaghegh ardebili, Ardebil. Iran.
- 2- PHD student, department of agronomy and plant breeding, faculty agriculture Mohaghegh Ardebili University, Ardebil, Iran
- 3- M.S.C student, Department of Horticulture Plant Breeding, Collage of Agriculture, university of Zabol, Zabol., Iran.
- 4- educator. Department of Plant Breeding and Biotechnology, Collage of Agriculture, university of Agriculture Ramine khozestan, khozestan. Iran.

(Received: Jan. 18, 2017 – Accepted: Oct. 21, 2017)

Abstract

In order to study the effect of salinity and drought stress on germination and Seedling growth and fitness model hydrotime and threshold tolerance to salinity in two different species Basil, a factorial experiment in a completely randomized design was conducted at University of Mohaghegh Ardebili in 2015. Experimental treatments included were two species of basil (Purple basil and Red basil), different salts (Manitol, NaCl+K₂SO₄, K₂SO₄ and NaCl) and different potentials (0, -3, -6 and -9 bar). Model output result showed, germination rate in drought stress condition on Red basil ($\theta_H=37.32$) highest than Purple Basil ($\theta_H=37.32$) and uniformity of germination in purple basil ($\sigma_{pb}=3.37$) less than Red basil ($\sigma_{pb}=1.44$). Also Red basil higher tolerance drought compared with Purple basil. Threshold tolerance to salinity in germination stage showed, in Purple Basil at NaCl, K₂SO₄ and NaCl+K₂SO₄ had threshold tolerance -0.59, -0.13 and -0.87 bar and in Red Basil equle -0.31, -0.25 and -2.88 respectively. Salinity and drought stress were causing reduced in the seedling growth and seed vigor index. The most (0.92) and least (0.78) on the use of the reserves in the case of purple basil of NaCl and NaCl + K₂SO₄, respectively, was observed at the same time. This is while that, the highest use of the reserves (0.91) on the red basil K₂SO₄ salt and least amount (0.49) was obtained application of NaCl. The highest vigor weight index of purple basil was observed of zero osmotic potential. The least weight index purple basil was obtained of the potential -9 bar Mannitol. Generally, it was observed the red basil in compared with purple basil, had more of tolerance and sodium chloride and potassium sulfate treatment combination had the greatest had an effect on the traits that indicate the effects of the toxicity of these salts in comparison to their the effects of osmotic them.

Keywords: Purple basil, Performance of reserves seed, environmental stress, hydrotime

* Email: ghasem.parmoon@gmail.com

در سراسر دنیا یکی از مهم‌ترین عوامل غیر زیستی و محدودکننده جوانه‌زنی و همچنین رشد اولیه گیاهچه‌ها، تنش خشکی است (Kaya *et al.*, 2006). به‌طور معمول سرعت جوانه‌زنی به‌طور خطی با قابلیت دسترسی به آب افزایش می‌یابد (Guerke *et al.*, 2004) و درصد جوانه‌زنی با کاهش پتانسیل آب کاهش می‌یابد (Grundy *et al.*, 2000). تحقیقات زیادی در رابطه با پاسخ گیاهان دارویی مختلف مانند ریحان (Hassani, 2005)، زوفا (Barzegar and Rahmani, 2004) و اسفرزه (Hosseini and Rezvani Moghadam, 2006) در مرحله جوانه‌زنی به تنش خشکی انجام شده است. در مورد اثرات کاهش پتانسیل آب بر جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و همچنین عملکرد در گیاهان مختلف گزارش‌هایی وجود دارد و مطالعات بیانگر آن است که کاهش پتانسیل آب منجر به کاهش استقرار گیاه، سبز شدن یکنواخت، سرعت جوانه‌زنی و عملکرد می‌شود (Hucl, 1993; Balbaki *et al.*, 1999; Springer, 2005). امروزه محققین برای پیش‌بینی صحیح از جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهان از مدل‌های جوانه‌زنی بهره می‌برند. مدل‌های ریاضی که پاسخ جوانه‌زنی به شرایط آبی را پیش‌بینی می‌کنند در حال گسترش هستند. یکی از این مدل‌ها که حساسیت جوانه‌زنی بذور به تنش خشکی را تعیین می‌کند، مدل زمان رطوبتی می‌باشد (Gummerson, 1986). استفاده از این مدل پس از مطالعات برادفورد (Bradford, 1990) و برادفورد و سوماسکو (Bradford and Somasco, 1994) گسترش پیدا کرد. با توجه به شاخص‌هایی که از مدل زمان رطوبتی به دست می‌آید، این مدل در برنامه‌های اصلاحی می‌تواند کمک زیادی به اصلاح‌گران برای شناسایی بذور با کارایی بالا و دارای مقاومت به شرایط تحت تنش داشته باشد (Alimagham and Ghaderifar, 2014). اگرچه تجزیه زمان رطوبتی یک روش تجربی است، اما پارامترهای آن دارای مفهوم فیزیولوژیکی و اکولوژیکی می‌باشند (Alvarado and Bradford, 2002; Bradford, 2002) و شاخص‌های مفیدی در ارتباط با کیفیت بذر از جمله

مقدمه

گیاهان دارویی و ادویه‌ای از گیاهان اقتصادی مورد استفاده بشر هستند که مواد شیمیایی مخصوص و فعال مفیدی با مقادیر بسیار کم در پیکره خود تولید و ذخیره می‌کنند و سهم بزرگی از فرآورده‌های دارویی تجاری را به خود اختصاص می‌دهند (Majnoonhoseini and Davazdahemami, 2007). کمبود اطلاعات در رابطه با نیازهای اکولوژیکی، روش‌های کشت و تکثیر بسیاری از گونه‌های دارویی و معطر و نیز عدم دسترسی به بذر مناسب باعث شده است که موفقیت در زمینه اهلی کردن و کشت آنها محدود گردد (Uniyal *et al.*, 2002). ریحان (*Ocimum basilicum* L.) از گیاهان مهم متعلق به خانواده نعناع (Lamiaceae) است که به عنوان گیاه دارویی، ادویه‌ای و همچنین به صورت سبزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. ریحان حاوی اسانس بوده و پیکره رویشی آن اشتهاآور است و برای معالجه نفخ شکم و کمک به هضم غذا و معالجه برخی بیماری‌های قلبی استفاده می‌گردد (Adigzel *et al.*, 2005; Khalid *et al.*, 2006; Omidbeigi, 2005). تنش‌های محیطی زیادی بر رشد و نمو و تولید محصول در گیاهان تأثیر گذارند که از این تنش‌ها می‌توان به خشکی، سرما، گرما، عناصر سمی و شوری اشاره کرد (Sairam *et al.*, 2005). مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه از حساس‌ترین مراحل گیاه به تنش‌های خشکی و شوری است، سرعت زیاد تجمع نمک در سلول‌های در حال نمو در این مرحله یکی از دلایل حساسیت گیاهان می‌باشد (Alizadeh, 1995). مرحله جوانه‌زنی در تعیین تراکم بوته در واحد سطح اهمیت زیادی برخوردار است و یکنواختی در سبز شدن به سرعت و درصد جوانه‌زنی بستگی دارد که این دو شاخص تحت تأثیر شوری، پتانسیل آب، عناصر غذایی، دمای محیط و متقابل این عوامل قرار دارد (Zeinali *et al.*, 2002).

جوانه زنی چند گونه گیاه دارویی نشان دادند، جوانه زنی گیاه ریحان در شوری ۲۰۰ میلی مولار متوقف شد و طول ریشه چه و ساقه چه در اثر شوری کاهش یافت. ثقفه الاسلامی (Saghafol- eslami, 2010) نیز گزارش کردند شوری اثر معنی داری بر درصد جوانه زنی کاسنی و کنگر نداشت ولی سطوح بالای شوری درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی مرزه و شاخص بینه بذر مرزه را کاهش داد، همچنین شوری طول گیاهچه مرزه و وزن گیاهچه کنگر را به طور معنی داری کاهش داد. مصلح آرانی و همکاران (Mosleharai *et al.*, 2010) نیز با افزایش نمک های NaCl + Na₂SO₄ و NaCl کاهش درصد و سرعت جوانه زنی، رشد ریشه چه ها و ساقه چه در گونه های مختلف سالسولا را گزارش دادند. قادری و همکاران (Ghaderi *et al.*, 2011) و پناهی و همکاران (Panahy *et al.*, 2013) نیز بیان کردند، تنش خشکی و شوری موجب کاهش معنی دار درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول ساقه چه و طول ریشه چه و بینه بذر ماشک گل خوشه ای و مریم گلی کبیر شدند.

با توجه به کاربرد گسترده از مدل زمان رطوبتی در تحقیقات مربوط به جوانه زنی و سبز شدن بذور به نظر می رسد، استفاده از مدل زمان رطوبتی می تواند نتایج کاربردی را حاصل نماید. همچنین تعیین آستانه تحمل به شوری در گیاهان نیز می تواند برای گسترش کشت آنها مفید باشد. به همین منظور این مطالعه با هدف کاربرد مدل زمان رطوبتی در تجزیه داده های جوانه زنی و تعیین آستانه تحمل به تنش شوری گونه های ریحان صورت گرفت.

مواد و روش ها

طرح آزمایشی

این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشگاه محقق اردبیلی در سال ۱۳۹۴ اجراء گردید. تیمارهای آزمایشی شامل دو گونه ریحان (ریحان قرمز و

تحمل خشکی ($\psi_b(g)$)، سرعت (θ_H) و یکنواختی ($\Psi_{b(g)}$) جوانه زنی در اختیار قرار می دهد (Bradford, 2002). وینداور و همکاران (Windauer *et al.*, 2007) برای بررسی اثر پرایمینگ بر جوانه زنی لسکورلا (*Lesquerella fendleri*) از مدل زمان رطوبتی استفاده کرد. در نهایت ایشان در این تحقیق با توجه به تغییرات ضرایب زمان رطوبتی گزارش کردند، تیمار پرایمینگ باعث بهبود شرایط جوانه زنی و افزایش تحمل به خشکی در گیاه لسکورلا شد. برادفورد و استیل (Bradford and Still, 2004) با استفاده از مدل زمان رطوبتی توده های قوی و ضعیف کلم را شناسایی کردند.

شوری نیز به عنوان یکی از تنش های محیطی، تمام مراحل رشد از جوانه زنی تا تولید توده زنده گیاهی، دانه و میوه را تحت تأثیر قرار می دهد (Manchanda and Garg, 2008). بیشترین حساسیت گیاهان به تنش شوری، در مرحله جوانه زنی بذر و ابتدای رشد گیاهچه ای است (Gama *et al.*, 2007). شوری علاوه بر کاهش پتانسیل آب خاک و ایجاد سمیت یونی برای بذرها، در جذب برخی عناصر نیز اختلال ایجاد کرده و در نهایت سبب کاهش جوانه زنی می شود (Jaleel *et al.*, 2007). تنش شوری موجب تغییرات شیمیایی، فیزیولوژیکی و مورفولوژیک متعددی در گیاهان می شود و رشد، فتوسنتز، سنتز پروتئین، متابولیسم لیپیدها، تنفس و تولید انرژی را تحت تأثیر قرار می دهد (Parida and Das, 2005). همچنین شوری موجب اختلال در جذب مواد معدنی و تأثیر بر نفوذپذیری غشاء می باشد (Tester and Venport, 2003; Sairam *et al.*, 2005). نمک ها در روند جوانه زنی با محدود کردن مقدار آب در دسترس (اثر اسمزی) و یا به سبب صدمات ناشی از ورود یون ها (اثر یونی) در روند متابولیسم جوانه زنی مؤثرند (Almansouri *et al.*, 2001). کاهش درصد، سرعت جوانه زنی و طول ریشه چه و ساقه چه در پتانسیل های حاصل از شوری و خشکی در آزمایش ها متعددی گزارش شده است. خمیری و همکاران (Khamari *et al.*, 2007) در بررسی تأثیر تنش شوری بر

جوانه‌زنی محاسبه گردید؛ که در این صفت هر چه عدد به دست آمده کمتر باشد، نشان دهند یکنواختی بیشتر جوانه‌زنی بذرها است (Soltani *et al.*, 2001).

$$R50=1/D50 \quad (2)$$

$$GU = D90 - D10 \quad (3)$$

مدت زمان رسیدن به ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی نیز بر اساس فرمولی زیر محاسبه شد. در این رابطه N جوانه‌زنی نهایی و n_j ، n_i نیز تعداد بذور جوانه‌زده در مدت زمان بین $t_i - t_j$ می‌باشد (Coolbear, 1984).

$$D10, 50, 90 = t_i + [(N/2 - n_i) (t_j - t_i)] / (n_j - n_i) \quad (4)$$

تعیین آستانه تحمل به شوری

تعیین آستانه تحمل به شوری از معادله مس و هافمن (Maas and Hoffmann, 1977) استفاده شد:

$$Y = 100 - B (EC - A) \quad (5)$$

در این معادله Y متغیر وابسته، B شیب کاهش متغیر وابسته به ازاء هر واحد افزایش شوری بعد از سطح آستانه و A آستانه تحمل به شوری (دسی زیمنس بر متر) می‌باشند. برای تبدیل پتانسیل‌های مختلف به دسی زیمنس از رابطه زیر استفاده شد. TDS بر حسب میلی گرم در لیتر و EC بر حسب میلی موس بر سانتی متر می‌باشد.

$$TDS = 640 \times EC \quad (6)$$

برآورد مدل زمان رطوبتی

برای برآورد ضریب زمان رطوبتی از معادلات زیر استفاده شد (Bradford and Somasco, 1994):

$$\theta_H = (\Psi - \Psi_{b(g)}) \times t_g \quad (7)$$

که در این معادله θ_H ضریب زمان رطوبتی بر حسب مگاپاسکال ساعت؛ Ψ پتانسیل آب بر حسب مگاپاسکال؛ $\Psi_{b(g)}$ پتانسیل آب پایه برای صدک g جوانه‌زنی بر حسب

ریحان بنفش)، شوری‌های (NaCl, K₂SO₄) در چهار پتانسیل (NaCl+K₂SO₄) و تنش خشکی (مانیتول) در چهار پتانسیل (۰، ۳، ۶ و ۹- بار) بود. برای اعمال پتانسیل اسمزی از معادله وانت هوف (رابطه ۱) استفاده شد.

$$\Phi = m \cdot i \quad (1)$$

m غلظت مولی، i ضریب ثابت یونیزاسیون ماده حل شونده، r عدد ثابت گازها (۰/۰۰۸۳)، t دما بر حسب کلون و Φ پتانسیل اسمزی محلول بر حسب مگاپاسکال.

شاخص‌های جوانه‌زنی

برای انجام آزمون جوانه‌زنی بذرها توده‌های محلی که تولید سال ۱۳۹۴ بودند، استفاده شد که توسط هیپوکلریت سدیم ۱٪ به مدت ۵ دقیقه ضدعفونی و سپس در درون دو لایه کاغذ صافی به روش ساندریجی قرار داده شده و سپس به ژرminatور با دمای ۲۵ درجه سانتی گراد انتقال داده شد. شمارش جوانه‌زنی به صورت روزانه تا ۱۴ روز که پایان دوره انجام و جوانه‌زنی بر اساس خروج جوانه ۲ میلی متری صورت گرفت (لازم به ذکر است که بیشتر جوانه‌زنی در ۱۰ روز صورت گرفت و روزهای آخر جوانه‌زنی قابل ملاحظه مشاهده نشد و ثابت بود). برای محاسبه درصد و سرعت جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی بذور از برنامه Germin استفاده شد که این برنامه D10 (مدت زمان که طول می‌کشد تا جوانه‌زنی به ۱۰ درصد حداکثر خود برسد)، D50 (مدت زمان که طول می‌کشد تا جوانه‌زنی به ۵۰ درصد حداکثر خود برسد) و D90 (یعنی مدت زمان که طول می‌کشد تا جوانه‌زنی به ۹۰ درصد حداکثر خود برسد) را محاسبه می‌کند. این برنامه پارامترهای یاد شده را برای هر تکرار و هر تیمار بذری از طریق درون‌یابی منحنی افزایش جوانه‌زنی در مقابل زمان محاسبه می‌کند. سرعت جوانه‌زنی (در روز) از طریق فرمول زیر محاسبه شد (Soltani *et al.*, 2001). یکنواختی جوانه‌زنی به صورت تکمیل زمان برای رسیدن از ۱۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی به ۹۰ درصد حداکثر

با جایگزینی معادله (۱۰) در داخل معادله (۹) داریم:

$$probit(g) = \frac{(\Psi - \frac{\theta H}{t_g}) - (\Psi_b(50))}{\sigma_{\Psi b}} \quad (11)$$

معادله (۱۱) به عنوان معادله کلیدی و کاربردی برای تخمین ضرایب زمان رطوبتی محسوب می شود که با داشتن مقدار پتانسیل آب (Ψ)، زمان جوانه زنی (t_g) برای هر صدک و درصد تجمعی جوانه زنی در زمان t با استفاده از نرم افزار SAS برآورد کرد.

برای برآورد ضرایب زمان رطوبتی از معادله (۱۱) استفاده شد. برای استفاده از این معادله در هر تیمار، نسبت تجمعی جوانه زنی (g) در هر دفعه شمارش (t_g) از روی نتایج حاصل از شمارش روزانه بذور جوانه زده به دست آمد. در هر یک از سطوح پتانسیل اسمزی به صورت مجزا از داده های مربوط به نسبت های تجمعی جوانه زنی تابع Probit گرفته شد؛ برای محاسبه Probit در نرم افزار اکسل ۲۰۰۷ از تابع NORMINV استفاده شد. پس از محاسبه تابع Probit برای داده های نسبت تجمعی جوانه زنی، تمامی داده های تیمارهای خشکی مربوط به هر گیاه به صورت جداگانه وارد نرم افزار SAS شد. با استفاده از معادله (۱۱) و برنامه غیر خطی (procnlin) در نرم افزار SAS، ضرایب θ_H ، $\Psi_b(50)$ و $\sigma_{\Psi b}$ تخمین زده شدند

با توجه به اینکه مقادیر $\Psi_b(50)$ و $\sigma_{\Psi b}$ به ترتیب به عنوان میانگین و انحراف معیار در توزیع پتانسیل پایه محسوب می شوند، نمودار زنگوله ای شکل پراکنش مقادیر پتانسیل پایه در جمعیت برای هر گیاه با استفاده از معادله توزیع نرمال به صورت جداگانه رسم شد. برای رسم نمودار نرمال در نرم افزار اکسل از تابع NORMDIST استفاده شد.

با توجه به برآورد انحراف معیار و میانگین از معادله (۱۱) برای هر گیاه و نرمال بودن توزیع مقادیر پتانسیل پایه برای صدک مورد نظر از جوانه زنی ($\Psi_b(g)$)، از معکوس تابع نرمال استفاده شد. برای محاسبه مقادیر واقعی پتانسیل پایه برای هر صدک از جوانه زنی ($\Psi_b(g)$) و برای هر سطح

مگاپاسکال؛ t_g زمان جوانه زنی g درصد از بذور بر حسب ساعت را نشان می دهند. با بازنویسی معادله (۷) رابطه زیر به دست می آید:

$$\Psi_b(g) = \Psi - \frac{\theta H}{t_g} \quad (8)$$

بر اساس مدل زمان رطوبتی (۸)، در یک جمعیت بذری سرعت جوانه زنی ($1/t$) برای صدک های مختلف جوانه زنی (g) با پتانسیل آب (Ψ) رابطه خطی دارد که در این معادله شیب خط برابر معکوس ضریب زمان رطوبتی و عرض از مبدا خط برابر منفی نسبت پتانسیل پایه بر ضریب زمان رطوبتی می باشد.

طی آزمایشی گزارش شده که شیب رابطه بین سرعت جوانه زنی و پتانسیل آب برای صدک های مختلف جوانه زنی یکسان است (Gummerson, 1986). در یک دمای ثابت مقدار زمان رطوبتی برای یک توده بذری ثابت است (Kebreab and Murdoch, 1999). بر طبق معادله (۸)، با توجه به ثابت بودن ضریب زمان رطوبتی در یک توده بذری، عاملی که باعث تغییر سرعت جوانه زنی برای صدک های مختلف یک توده بذری می شود، تفاوت پتانسیل آب پایه بذور در آن توده بذری است (Bradford, 1990; Dahal and Bradford, 1990). در مدل زمان رطوبتی فرض بر این است که توزیع پتانسیل پایه در یک جمعیت بذری دارای توزیعی نرمال است (Watt et al, 2010):

$$probit(g) = \frac{\Psi_b(g) - (\Psi_b(50))}{\sigma_{\Psi b}} \quad (9)$$

در معادله (۹)، $probit(g)$ یا همان واحد احتمال (Probability unit)، معکوس معادله توزیع نرمال استاندارد است که در واقع از روی فراوانی تجمعی یک عامل (در اینجا نسبت جوانه زنی تجمعی = g) در یک جمعیت با توزیع نرمال، مقدار Z را برای توزیع نرمال استاندارد برآورد می کند. با بازنویسی معادله (۹) داریم:

$$\Psi_b(g) = \Psi - \frac{\theta H}{t_g} \quad (10)$$

$$\Delta_i = AICc - AICcmin \quad (16)$$

که $AICc \min$ ، کمترین مقدار $AICc$ محاسبه شده از بین مدل‌ها است و در واقع متعلق به مدلی است که بهترین برازش را نشان داده است. اگر $\Delta_i < 10$ باشد به مفهوم عدد اختلاف در برازش مدل‌هاست و مدل با $AICc$ بزرگ‌تر نیز برازش خوبی ارائه خواهد داد. در صورتی که $\Delta_i > 10$ باشد مدل با $AICc$ بزرگ‌تر، مناسب نبوده و برازش خوبی ارائه نخواهد داد (Burnham and Anderson, 2002).

کارایی ذخایر

برای تعیین کارایی ذخایر بعد از پایان دوره جوانه‌زنی وزن خشک گیاهچه‌ها (SLDW) و وزن خشک باقی‌مانده بذرها (FSDW) محاسبه شدند. در نهایت، مقدار استفاده از ذخایر بذر (SRUR)، کارایی استفاده از ذخایر (SRUE) و سهم ذخایر بذر مصرف شده (پویا شده FMOB) بر اساس روابط زیر محاسبه شدند؛ ISDW که وزن اولیه بذرها خشک است و با کم کردن رطوبت بذرها از وزن اولیه بذرها به دست می‌آید (Soltani *et al.*, 2008).

$$SRUR = LSDW - FSDW \quad (17)$$

$$SRUE = SLDW / SRUR \quad (18)$$

$$FMOB = SRUR / LSDW \quad (19)$$

شاخص‌های قدرت بذر

شاخص وزنی و طولی قدرت بذر نیز طبق رابطه‌های زیر محاسبه شد (Abdul-Baki and Anderson, 1973).

$$\text{شاخص طولی قدرت} = \frac{\text{درصد جوانه‌زنی} \times \text{طول گیاهچه}}{100} \quad (20)$$

$$\text{شاخص وزنی قدرت} = \frac{\text{درصد جوانه‌زنی} \times \text{وزن گیاهچه}}{100} \quad (21)$$

خشکی از معادله (۸) استفاده شد. با توجه به توزیع نرمال مقادیر پتانسیل پایه و با در دست داشتن مقادیر واقعی برای پتانسیل پایه برای هر صدک (مقادیر حاصل از معادله ۸) با محاسبه فراوانی هر پتانسیل پایه در تابع نرمال می‌توان مقادیر درصد جوانه‌زنی در زمان t را از مدل زمان رطوبتی برآورد کرد. برای محاسبه مقادیر فراوانی در یک توزیع نرمال در نرم افزار اکسل از تابع NORMDIST استفاده می‌شود.

با توجه به اینکه مدل زمان رطوبتی حاصل از مجموعه‌ای از داده‌های جوانه‌زنی در سطوح مختلف پتانسیل اسمزی می‌باشد. برای رسم یک شکل واحد حاصل از این مدل جهت نشان دادن درصد جوانه‌زنی تجمعی در سطوح مختلف پتانسیل اسمزی در مقابل زمان، باید زمان در سطوح مختلف پتانسیل اسمزی نرمال شود. به منظور نرمال کردن زمان از معادله ۱۲ استفاده می‌شود (Bradford, 1990).

$$tg(0) = \left(1 - \frac{\Psi}{\Psi_b(g)}\right) \times tg \quad (12)$$

در رابطه (۱۲)، $tg(0)$: زمان جوانه‌زنی در آب مقطر (بر حسب ساعت)؛ Ψ : پتانسیل آب (بر حسب مگاپاسکال)؛ $\Psi_b(g)$: پتانسیل پایه برای صدک g (بر حسب مگاپاسکال)؛ tg : زمان جوانه‌زنی صدک g (بر حسب ساعت) می‌باشند. ضریب تبیین (R^2) و شاخص آکاییک تصحیح شده (AIC) نیز برای مشاهده بهترین تابع توزیع مورد استفاده قرار گرفت (Burnham and Anderson, 2002).

$$R^2 = SSR / ST \quad (13)$$

$$AIC = n \cdot \ln\left(\frac{RSS}{n}\right) + 2k \quad (14)$$

$$AICc = n \cdot \ln\left(\frac{RSS}{n}\right) + 2k + \frac{2k(k+1)}{n-k-1} \quad (15)$$

که RSS ، جمع مربعات باقی‌مانده؛ n ، تعداد نمونه و k ، تعداد پارامترهای مدل مورد نظر می‌باشد. بهترین مدل در مقایسه با مدل‌ها، مدلی است که کمترین میزان $AICc$ محاسبه شده را داشته باشد. رتبه‌بندی مدل‌ها نیز با استفاده از شاخص Δ_i (معادله ۱۲) انجام شد.

تجزیه آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و MSTAT-C انجام گرفت. همچنین برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص‌های جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد، در بین شاخص‌های جوانه‌زنی اثر اصلی گونه تنها بر درصد جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی معنی‌دار شد. اثر اصلی نمک‌ها نیز بر شاخص‌های جوانه‌زنی (به جز زمان لازم برای ۵۰ درصد جوانه‌زنی) معنی‌دار شد. اثر غلظت نیز تنها بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار شد. در بین اثرات دو گانه، اثر گونه در نمک بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی،

یکنواختی جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین مربوطه نشان داد، بالاترین درصد جوانه‌زنی در ریحان بنفش در کاربرد مانیتول (Manitol) و بالاترین سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی (کمترین عدد یکنواختی) در استفاده هم‌زمان NaCl و K_2SO_4 حادث شد، این در حالی است که بالاترین درصد جوانه‌زنی ریحان قرمز از کاربرد هم‌زمان نمک‌های NaCl و K_2SO_4 و بالاترین سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی با استفاده از NaCl و K_2SO_4 هم به طور مجزا و هم هم‌زمان به دست آمد (جدول ۳). در پتانسیل‌های اسمزی مختلف، با کاهش پتانسیل درصد و سرعت جوانه‌زنی روند نزولی داشت و جوانه‌زنی از ۹۳/۶ درصد در آب مقطر (صفر) به ۸۰/۱ درصد در پتانسیل ۰/۹- مگاپاسکال رسیده و سرعت جوانه‌زنی نیز از ۰/۲۶ به ۰/۲۵ رسید (جدول ۲).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تاثیر نوع و غلظت نمک بر شاخص‌های جوانه‌زنی گونه‌های ریحان.

Table 1- Analysis variance effect of type and salt concentration on germination indexes of Basil Species.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی	میانگین مربعات (Means square)			
		درصد جوانه‌زنی Germination precentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	یکنواختی جوانه‌زنی Uniformity of germination	زمان ۵۰ درصد جوانه‌زنی time 50 % germination
گونه Species	1	876.04**	0.000005 ^{ns}	3.34**	45.21 ^{ns}
نمک salt	3	152.71*	0.00001**	1.48*	54.7 ^{ns}
غلظت Concentration	3	784.1**	0.0000006 ^{ns}	0.21 ^{ns}	35.08 ^{ns}
گونه × نمک (Sp×S)	3	175.4*	0.000008*	1.34*	47.7 ^{ns}
گونه × غلظت (Sp×C)	3	63.81 ^{ns}	0.000003 ^{ns}	0.66 ^{ns}	11.4 ^{ns}
نمک × غلظت (S×C)	9	28.85 ^{ns}	0.000004 ^{ns}	0.84 ^{ns}	29.94 ^{ns}
گونه × نمک × غلظت (Sp×S×C)	9	65.63 ^{ns}	0.000003 ^{ns}	0.46 ^{ns}	27.25 ^{ns}
اشتباه آزمایشی (Error)	64	52.29	0.000003	0.43	24.88
ضریب تغییرات (CV%)	-	8.4	6.34	17.90	12.69

ns, * and **: No significant, significant at 5% and 1% level of probability, respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات اصلی گونه، نمک و غلظت‌های مختلف بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر ریحان

Table 2- Comparison main effects of Species, salt and concentration on the germination indexes of Basil

تیمار Treatment	سطح level	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی (جوانه در ساعت) Germination rate (seed per hour)	یکنواختی جوانه‌زنی (ساعت) Uniformity of germination(hour)	زمان ۵۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت) Time 50 % germination (hour)
گونه Species	ریحان بنفش Purple basil	88.58 ^a	0.025 ^a	48.87 ^b	38.6 ^a
	ریحان قرمز Red basil	82.54 ^b	0.025 ^a	62.78 ^a	39.97 ^a
نمک salt	کلرید سدیم NaCl	84.25 ^b	0.025 ^{ab}	58.86 ^a	39.21 ^{ab}
	سولفات پتاسیم K ₂ SO ₄	84.08 ^b	0.026 ^a	63.14 ^a	38.67 ^{ab}
	کلرید سدیم+ سولفات پتاسیم NaCl+ K ₂ SO ₄	89.3 ^a	0.026 ^a	40.54 ^b	37.86 ^b
	مانیتول Manitol	84.58 ^b	0.024 ^b	60.75 ^a	41.39 ^a
	پتانسیل (بار) Potential (bar)	0 -3 -6 -9	93.6 ^a 85.0 ^b 83.5 ^{bc} 80.1 ^c	0.026 ^a 0.026 ^a 0.0256 ^{ab} 0.0250 ^b	59.10 ^a 54.06 ^a 58.1 ^a 51.3 ^a

حروف متفاوت نشان دهند وجود اختلاف معنی‌داری آزمون LSD در سطح ۵ درصد.

Different letters indicate a significant difference between the LSD tests at 5% level

بحرانی باشد بذر با تنش کمبود آب روبرو خواهد شد و بسته به شدت کاهش پتانسیل آب، جوانه‌زنی به تأخیر افتاده و یا متوقف می‌شود (Kaboli and Sadegi., 2002). نمک‌ها در روند جوانه‌زنی با محدود کردن مقدار آب در دسترس (اثر اسمزی) و یا به سبب صدمات ناشی از ورود یون‌ها (اثر یونی) در روند متابولیسم جوانه‌زنی مؤثرند (Almansouri *et al.*, 2001). همچنین شوری علاوه بر کاهش پتانسیل آب خاک و ایجاد سمیت یونی برای بذرها، در جذب برخی عناصر نیز اختلال ایجاد کرده و در نهایت سبب کاهش جوانه‌زنی می‌شود.

مدل زمان رطوبتی

نتایج مدل زمان رطوبتی برای جوانه‌زنی بذور دو گونه ریحان در سطوح مختلف پتانسیل اسمزی در جدول ۴ ارائه شده است. مقادیر پتانسیل پایه برای ۵۰ درصد جوانه‌زنی ($\Psi_b(50)$) نشان دهنده سطحی از پتانسیل است که در مقادیر کمتر از این پتانسیل درصد جوانه‌زنی بذور

نتایج مطالعات دیگر نیز نشان داد، افزایش تنش خشکی و شوری موجب کاهش در سرعت و درصد جوانه‌زنی در زنیان، رازیانه و شوید شده و همچنین تنش خشکی نیز نسبت به شوری تأثیر منفی شدیدتری بر سرعت و درصد جوانه‌زنی داشت (Beromandzadeh and Kocheiki, 2005). چوهان و همکاران (Chauhan *et al.*, 2006) نیز در تحقیقی بر روی بذور شیر تیغک دریافتند که محلول کلرید سدیم با غلظت حدود ۹۰ میلی‌مولار، جوانه‌زنی بذور این گیاه را به میزان ۵۰ درصد کاهش داد. در آزمایشی دیگر نیز افزایش شوری تا ۴ دسی زیمنس بر متر اثر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی نداشت، ولی با بیشتر شدن شوری درصد جوانه‌زنی کاهش یافت به طوری که در تیمار شوری بالا (۲۰ دسی زیمنس) جوانه‌زنی متوقف شد (Javadi *et al.*, 2014). آب نیاز اصلی برای جوانه‌زنی است که جهت فعالیت آنزیم‌ها، تجزیه، انتقال و استفاده از مواد ذخیره‌ای لازم است. هرگاه پتانسیل آب کمتر از حد

به طور حتم کمتر از ۵۰ درصد خواهد بود (Bradford and Still, 2004). بنابراین زمانی که مقدار $\Psi_{b(50)}$ منفی تر است، بیان گر بیشتر برای مقاومت مرحله جوانه زنی در مقابل خشکی می باشد. $\Psi_{b(50)}$ برای ریحان قرمز نسبت به ریحان بنفش بیشتر بود و در گونه قرمز برابر با ۰/۸۴ - مگاپاسکال و در ریحان بنفش ۰/۹۱ - مگاپاسکال بدست آمد (جدول ۴).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات گونه در نمک بر شاخص های جوانه زنی بذر ریحان.

Table 3- Comparison effects of Species and salt on the germination index seed of basil

گونه Species	نمک salt	درصد جوانه زنی Germination percentage	سرعت جوانه زنی (جوانه در ساعت) Germination rate (seed per hour)	یکنواختی جوانه زنی (ساعت) Uniformity of germination (hour)
ریحان بنفش Purple basil	کلرید سدیم NaCl	87.33 ^{ab}	0.025 ^{bc}	62.23 ^{ab}
	سولفات پتاسیم K ₂ SO ₄	87.50 ^{ab}	0.026 ^{ab}	56.64 ^{a-c}
	کلرید سدیم + سولفات پتاسیم NaCl+ K ₂ SO ₄	88.83 ^a	0.027 ^a	33.08 ^c
	مانیتول Manitol	90.66 ^a	0.025 ^{bc}	43.53 ^{bc}
ریحان قرمز Red basil	کلرید سدیم NaCl	81.16 ^{bc}	0.026 ^{ab}	55.50 ^{a-c}
	سولفات پتاسیم K ₂ SO ₄	80.66 ^{bc}	0.026 ^{ab}	69.65 ^{ab}
	کلرید سدیم + سولفات پتاسیم NaCl+ K ₂ SO ₄	89.83 ^a	0.026 ^{ab}	47.99 ^{bc}
	مانیتول Manitol	78.50 ^c	0.024 ^c	77.98 ^a

حروف متفاوت نشان دهند وجود اختلاف معنی داری آزمون LSD در سطح ۵ درصد.

Different letters indicate a significant difference between the LSD tests at 5% level

جدول ۴- ضرایب مدل زمان رطوبتی شامل $\Psi_{b(50)}$: پتانسیل پایه برای $g = 50$ (برحسب مگاپاسکال)؛ $\sigma_{\Psi_{b(50)}}$: انحراف معیار توزیع پتانسیل پایه در جمعیت؛ θ_H : زمان رطوبتی (برحسب مگاپاسکال ساعت)؛ R^2 : ضریب تبیین؛ AIC: شاخص آکاییک تصحیح شده.

Table 4- Hydrotime model parameters from the three studied plants. θ_H is the hydro time constant (MPa h); $\Psi_{b(50)}$ was the 50 percent germination base water potential (MPa); standard deviation of base water potential distribution in the population ($\sigma_{\Psi_{b(50)}}$); R Square (R^2); Akaike Information Ccriterion (AIC)

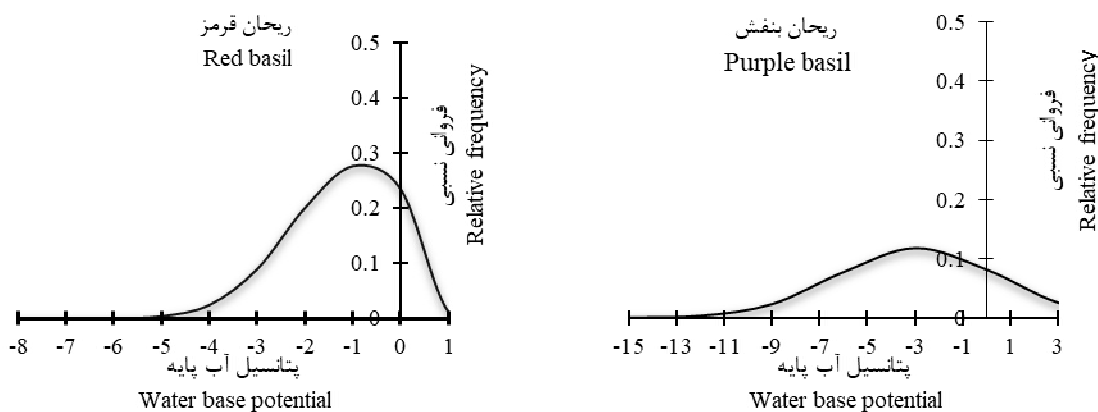
پارمترهای مدل Parameters model	ریحان بنفش Purple basil	ریحان قرمز Red basil
درجه آزادی خطای رگرسیون	105	105
θ_H	106.20	37.32
$\sigma_{\Psi_{b(50)}}$	3.37	1.44
$\Psi_{b(50)}$	-2.91	-0.84
R^2	0.264	0.337
AIC	73.39	57.63
AICc	73.59	57.83
Δ_i	20.57	4.81

گیاه ریحان قرمز در صورت برطرف شدن کمون می‌تواند با سرعت بالاتری جوانه بزند. همچنین مشاهده شد که مدل هیدراتایم در ریحان قرمز نسبت به ریحان بنفش از ضریب تبیین بالاتر و شاخص آکاییک کمتری برخوردار بوده که نشان دهند دقت و اطمینان بالاتر این مدل‌ها در ریحان قرمز می‌باشد (جدول ۴).

برای ارزیابی مدل زمان رطوبتی از نمودار یک به یک استفاده شد. برای به کارگیری این نمودار نیاز به مقادیر واقعی و مقادیر پیش‌بینی شده است. برای به دست آوردن مقادیر واقعی پتانسیل پایه برای صدک‌های مختلف (ψ_b (g))، از معادله (۸) استفاده شد و در نهایت مقادیر واقعی پتانسیل پایه برای هر صدک و در هر پتانسیل برای زمان‌های مختلف جوانه‌زنی برآورد شد. با توجه به اینکه مقادیر پتانسیل پایه در یک جمعیت با میانگین ($\psi_b(50)$) و انحراف معیار (σ_{ψ_b}) دارای توزیع نرمال است (Bradford, 1997). با در دست داشتن فراوانی پتانسیل پایه در هر زمان از جوانه‌زنی (نسبت تجمعی جوانه‌زنی ثبت شده برای هر سطح از خشکی) و با استفاده از معکوس تابع نرمال می‌توان مقادیر پتانسیل پایه در هر فراوانی را به دست آورد. با قرار دادن مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده پتانسیل پایه در نمودار یک به یک، در هر دو گیاه مورد مطالعه ضرایب نمودار یک به یک قابل قبول بود (شکل ۱ و ۲).

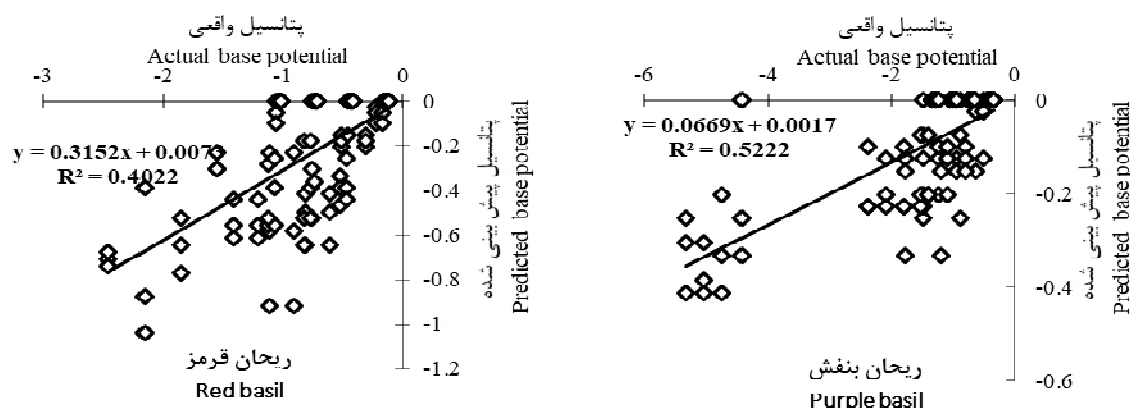
نتایج مقایسه ضریب Ψ_b (50) می‌تواند به خوبی در شناسایی گونه‌های حساس و مقاوم به خشکی کاربرد داشته باشد. ضریب انحراف توزیع پتانسیل پایه در جمعیت (σ_{ψ_b})، ضریب دیگری است که از خروجی‌های مدل زمان رطوبتی است. این ضریب نشان‌دهنده میزان یکنواختی جوانه‌زنی بذور در جمعیت است (Bradford and Still, 2004). هر چه مقدار عددی این ضریب کوچک‌تر باشد بیانگر یکنواختی بیشتر جوانه‌زنی است. مقایسه ضریب σ_{ψ_b} برای دو گونه نشان داد، یکنواختی جوانه‌زنی در ریحان بنفش ($\sigma_{\psi_b} = 3/37$) نسبت به ریحان قرمز ($\sigma_{\psi_b} = 1/44$) بیشتر بود که نشان دهنده یکنواختی جوانه‌زنی بیشتر در ریحان قرمز می‌باشند (جدول ۴).

سومین خروجی مدل زمان رطوبتی ضریب زمان رطوبتی (θ_H) نام دارد. این ضریب شاخصی از سرعت جوانه‌زنی در سطوح خشکی است. واحد این ضریب مگاپاسکال ساعت (یا مگاپاسکال روز) است (در این مطالعه واحد زمان رطوبتی مگاپاسکال ساعت در نظر گرفته شده است). یعنی هر چه مقدار عددی زمان رطوبتی کوچک‌تر باشد بیانگر بیشتر بودن سرعت جوانه‌زنی است. در این مطالعه کمترین ضریب زمان رطوبتی با مقدار $37/32$ مگاپاسکال ساعت در گیاه ریحان قرمز مشاهده شد. کوچک‌تر بودن مقدار عددی ضریب زمان رطوبتی در ریحان قرمز ($\theta_H = 37/32$) نشان می‌دهد در پتانسیل‌هایی که هر دو گیاه ریحان بنفش و قرمز توانایی جوانه‌زنی دارند،



شکل ۱- نمودار توزیع نرمال برای مقادیر پتانسیل پایه (بر حسب مگاپاسکال) برای جمعیت ریحان

Fig 1- Diagram base water potential (MPa) distribution in the basil populations



شکل ۲- نمودار یک به یک مقادیر پتانسیل آب پایه واقعی در مقابل مقادیر پتانسیل آب پایه پیش بینی شده

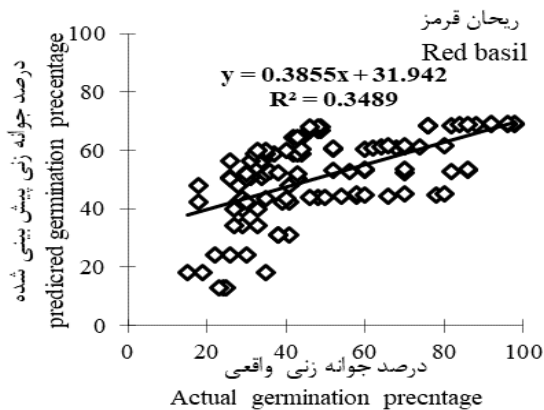
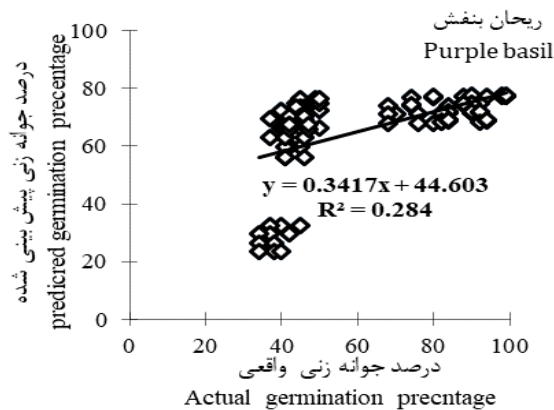
Fig 2- Injective function of observed base water potential values versus predicted values

مدل زمان رطوبتی می تواند در پیش بینی درصد جوانه زنی تجمع گیاهان در سطوح خشکی مختلف مورد استفاده قرار گیرد. استیل و برادفورد (Still and Bradford., 1998) از مدل زمان رطوبتی برای کمی سازی کیفیت بذور کلزا در طی نمو استفاده کردند. ایشان با بهره گیری از مدل زمان رطوبتی پتانسیل جوانه زنی در مراحل مختلف نمو را مورد مطالعه قرار دادند و در زمان مناسب برداشت از نظر بیولوژی در گیاه کلزا را تعیین کردند. استفاده از مدل زمان رطوبتی امکان توصیف واکنش جوانه زنی به عوامل تحریک کننده و یا بازدارنده جوانه زنی مانند ABA، GA، اتیلن و دماهای بالاتر از دمای مطلوب را فراهم می کند (Huarte, 2006). این موضوع از طریق ارتباط بین توزیع مقادیر منفی تر پتانسیل آب پایه با زمانیکه جوانه زنی تحریک می شود (افزایش GA، کاهش ABA) و ارتباط توزیع مقادیر مثبت تر پتانسیل آب پایه با عوامل بازدارنده جوانه زنی (دماهای بالاتر از دمای سقف) حاصل می شود. بر طبق این رهیافت هارت و بنچ-آرنولد (Huarte and Benech-Arnold., 2005) در یک بررسی برای مقایسه اثر دماهای متناوب بر جوانه زنی با دماهای ثابت گزارش کردند که قرارگیری بذور در دماهای متناوب باعث منفی تر شدن $\Psi_b(50)$ جمعیت بذور نسبت به حالتی می شود که بذور در دمای ثابت قرار می گیرد. این

مدل زمان رطوبتی توانایی پیش بینی درصد جوانه زنی در پتانسیل ها و زمان های مختلف را نیز دارا است. برای پیش بینی جوانه زنی می توان از معادله (۸) استفاده کرد. در صورتی که ضرایب زمان رطوبتی برآورد شود و در معادله (۸) قرار داده شوند. با استفاده از این معادله مقادیر $probit(g)$ برای زمان های دلخواه جوانه زنی (t_g) برآورد می شود. با توجه به اینکه در تابع نرمال استاندارد Z همان $probit(g)$ است. می توان با در اختیار داشتن مقادیر $probit(g)$ (همان مقادیر Z) و با استفاده از تابع معکوس توزیع نرمال استاندارد فراوانی هر یک از مقادیر Z را برای هر پتانسیل و زمان های دلخواه پیش بینی کرد. فراوانی Z حاصل از تابع معکوس نرمال استاندارد در واقع مقدار درصد جوانه زنی را برآورد می کند. با در اختیار داشتن مقادیر واقعی درصد جوانه زنی جمعیتی حاصل از شمارش بذور جوانه زده در زمان ها و پتانسیل های اسمزی مختلف و محاسبه درصد جوانه زنی از طریق معکوس توزیع نرمال استاندارد می توان نمودار یک به یک درصد جوانه زنی برای ارزیابی مدل زمان رطوبتی را بررسی کرد (شکل ۳). در شکل ۴ روند درصد جوانه زنی جمعیتی حاصل از مدل زمان رطوبتی برای هر یک از سطوح خشکی به صورت جداگانه رسم شده است. بررسی روند درصد جمعیتی در مقابل زمان برای ریحان قرمز نشان می دهد، مدل

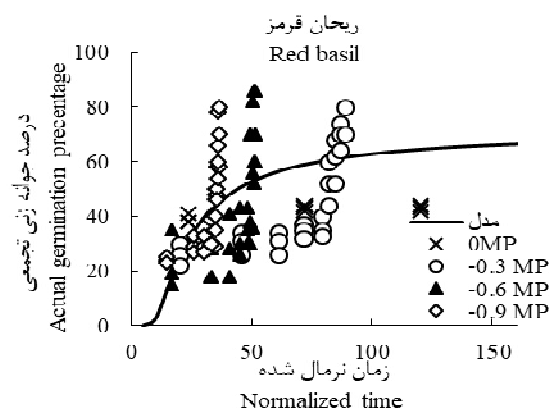
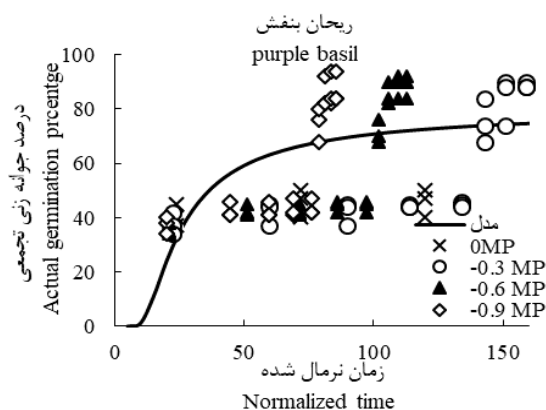
مقاومت جوانه‌زنی به پتانسیل اسمزی می‌شود.

به آن معنی است که در دماهای متناوب نسبت به دمای ثابت باعث رشد جنین می‌شود و در ضمن منجر به افزایش



شکل ۳- درصد جوانه‌زنی مقادیر واقعی در مقابل مقادیر درصد جوانه‌زنی پیش‌بینی شده از مدل زمان رطوبتی.

Fig 3- Germination percent observed values versus predicted values form hydro time model.



شکل ۴- درصد جوانه‌زنی تجمعی در سطوح مختلف خشکی. نقاط نشان دهنده درصد جوانه‌زنی تجمعی در مقابل زمان نرمال شده می‌باشد. در این حالت زمان جوانه‌زنی در سطوح مختلف خشکی به حالت جوانه‌زنی در آب مقطر نرمال شد.

خطوط منمد در نشان دهنده توزیع تجمعی حاصل از مدل هیدروتایم در مقابل زمان نرمال شده می‌باشد.

Fig 4- Cumulative germination percentage at different level drought normalized to the time-courses of the corresponding seed in water. The symbols are the observed time points normalized according. The solid curves are the germination time courses in predicted from cumulative normal distributions.

شیب کاهش بعد از مقدار آستانه در این تیمارها به ترتیب برای ریحان بنفش ۰/۸۷۸، ۰/۴۳۰ و ۰/۴۳۵ و برای ریحان قرمز ۱/۱۱۸، ۰/۴۹۱ و ۰/۷۲۵ درصد نسبت به شاهد بود (جدول ۵). منحنی واکنش درصد جوانه‌زنی نسبت به سطوح شوری در کلیه سطوح بعد از آستانه تحمل از یک رابطه خطی تبعیت کرد و با افزایش شوری از درصد جوانه‌زنی کاسته شد (شکل ۵). نتایج نشان داد بذور تحت

تعیین آستانه تحمل به شوری

نتایج حاکی از آن است که با افزایش شوری آستانه تحمل به شوری در مرحله جوانه‌زنی کاهش می‌یابد به طوری که آستانه تحمل به شوری در ریحان بنفش در تیمارهای NaCl، K₂SO₄ و NaCl+K₂SO₄ به ترتیب برابر با ۰/۵۹، ۰/۱۳ و ۰/۸۷- بار و در ریحان قرمز در تیمارهای فوق به ترتیب برابر با ۰/۳۱، ۰/۲۵ و ۰/۲۵- بار بود و

درصد جوانه زنی در زینان، رازیانه و شوید شده و همچنین تنش خشکی نیز نسبت به شوری تأثیر منفی شدیدتری بر سرعت و درصد جوانه زنی داشت (Bromanderazazadeh and Kocheiki, 2006).

نمک های مختلف از نظر درصد جوانه زنی آستانه تحمل به شوری بسیار پایینی دارند به عبارتی با افزایش شوری درصد جوانه زنی کاهش می یابد. نتایج مطالعات دیگر نیز نشان داد، افزایش تنش خشکی و شوری موجب کاهش در سرعت و

جدول ۵- پارامترهای مدل مس و هوفمان ($Y = 100 - B(EC - A)$) برای درصد جوانه زنی در شوری مختلف در هر گونه های مختلف ریحان =B

شیب معادله رگرسیونی و درصد کاهش و A = سطح آستانه تحمل به شوری هستند

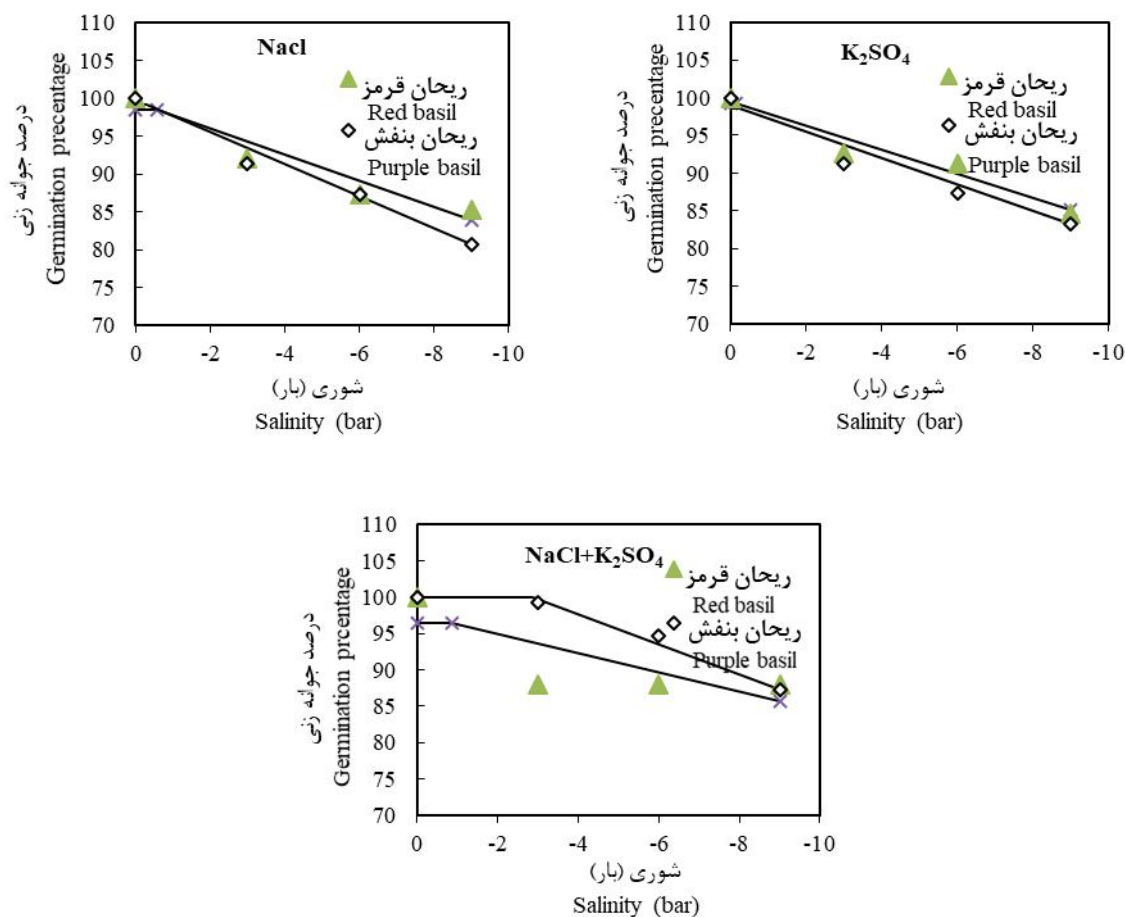
Table 5- Model parameters of Mass and Hoffmann ($Y = 100 - B(EC - A)$) in germination percentage in any salinity in species Basil.

B = slope of the regression equation and the percentage of reduced A = threshold tolerance on salinity.

پارامترها Parameters	ریحان بنفش Purple basil			ریحان قرمز Red basil		
	کلرید سدیم NaCl	سولفات پتاسیم K ₂ SO ₄	کلرید سدیم + سولفات پتاسیم NaCl+ K ₂ SO ₄	کلرید سدیم NaCl	سولفات پتاسیم K ₂ SO ₄	کلرید سدیم + سولفات پتاسیم NaCl+ K ₂ SO ₄
a	98.47	99.27	96.40	99.13	98.60	105.80
B (%)	-0.878	-0.430	-0.435	-1.118	-0.491	-0.725
A (bar)	-0.59	-0.13	-0.87	-0.31	-0.25	-2.88
R ²	0.929	0.945	0.600	0.981	0.957	0.988
R	0.964	0.972	0.775	0.991	0.978	0.994
AIC	15.41	14.84	18.13	13.87	14.85	11.91
AICc	0.41	-0.16	3.13	-1.13	-0.15	-3.09
AI	1.54	0.97	4.26	0.00	0.98	-1.96

انتقال و استفاده از مواد ذخیره ای لازم است (Sarmadnian, 1996). هر گاه پتانسیل آب کمتر از حد بحرانی باشد بذر با تنش کمبود آب روبرو خواهد شد و بسته به شدت کاهش پتانسیل آب، جوانه زنی به تأخیر افتاده و یا متوقف می شود (Kaboli and Sadegi, 2002). نمک ها در روند جوانه زنی با محدود کردن مقدار آب در دسترس (اثر اسمزی) و یا به سبب صدمات ناشی از ورود یونها (اثر یونی) در روند متابولیسم جوانه زنی مؤثرند (Almansouri et al., 2001). شوری در جذب برخی عناصر اختلال ایجاد کرده و در نهایت سبب کاهش جوانه زنی بذر گیاهان می شود (Tester and Venport, 2003; Sairam et al., 2005).

افزایش شوری خاک باعث کاهش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه زنی بذر و همچنین کاهش طول ریشه چه و ساقه چه و وزن خشک ریشه چه و ساقه چه در گیاهان مختلف شد (Dadras et al., 2012; Safarnezhad et al., 2007; Khodadadi, 2002). چوهان و همکاران (Chauhan et al., 2006) در تحقیقی روی شیر تیغک دریافتند که کلرید سدیم با غلظت حدود ۹۰ میلی مولار، جوانه زنی بذر این گیاه را به میزان ۵۰ درصد کاهش داد. در آزمایشی دیگر نیز افزایش شوری تا ۴ دسی زیمنس بر متر اثر معنی داری بر جوانه زنی نداشت، ولی با بیشتر شدن شوری درصد جوانه زنی کاهش یافت به طوری که در تیمار شوری بالا (۲۰ دسی زیمنس) جوانه زنی متوقف شد (Javadi et al., 2014). آب نیاز اصلی جوانه زنی است که جهت فعالیت آنزیم ها، تجزیه،



شکل ۵- برازش مدل مس و هوفمان ($Y = 100 - B(EC - A)$) به درصد جوانه زنی در شوری های مختلف.

Figure 5- The model of Mss and Hoffmann ($Y = 100 - B(EC - A)$) on germination percentages in different salinity.

و نمک در غلظت و اثرات سه گانه قرار گرفت (جدول ۶). ریحان بنفش دارای وزن خشک ریشه چه بیشتری در مقایسه با قرمز بود و با کاهش پتانسیل اسمزی در آغاز روند افزایشی داشته، به طوری که در پتانسیل اسمزی ۶- به بالاترین مقدار خود (۰/۲۹ گرم) رسیده و سپس کاهش یافت. مقایسه میانگین اثرات گونه در نمک نشان داد، ریحان بنفش در مانیتول با میانگین ۰/۳۲ گرم بالاترین مقدار و ریحان قرمز در این تیمار نیز کمترین مقدار را نشان داد (جدول ۹). بالاترین (۱/۰۶ گرم) و پایین ترین (۰/۴۴ گرم) وزن خشک گیاهچه نیز به ترتیب از ریحان قرمز در استفاده همزمان از NaCl و K₂SO₄ در پتانسیل اسمزی ۳- بار و مانیتول در پتانسیل اسمزی ۹- بار مشاهده شد (جدول ۱۰).

رشد گیاهچه ها

طول ریشه چه و طول ساقه چه تحت تأثیر اثرات اصلی گونه، نمک، غلظت و نمک در غلظت قرار گرفت (جدول ۶). مقایسه میانگین های مربوطه نشان داد، طول ریشه چه در ریحان بنفش بیشتر از ریحان قرمز بود. بالاترین طول ریشه چه (۶/۵۴ سانتی متر) و ساقه چه (۴/۳۸ سانتی متر) به ترتیب در غلظت ۶- بار و صفر کلرید سدیم (NaCl) و پایین ترین طول ریشه چه (۲/۶۸ سانتی متر) و ساقه چه (۰/۹۹ سانتی متر) نیز از پتانسیل ۹- بار مانیتول (Manitol) مشاهده شد (جدول ۸). وزن خشک ساقه چه و ریشه چه تحت تأثیر اثرات اصلی گونه، نمک، غلظت و اثرات متقابل نمک در غلظت قرار گرفت (جدول ۶). همچنین وزن خشک گیاهچه نیز تحت تأثیر نمک، غلظت

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس تأثیر نوع و غلظت نمک برای شاخص های رشد گیاهچه گونه های ریحان.

Table 6- Analysis variance of effect type and concentration on seedling growth indexes basil species.

منابع تغییر S.O.V	میانگین مربعات (Means square)					
	درجه آزادی Df	طول ریشه چه Radical length	طول ساقه چه Hypocotyl length	وزن خشک ساقه چه Hypocotyl dry weight	وزن خشک ریشه چه Radical dry weight	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight
گونه Species	1	11.52**	0.17 ^{ns}	0.07*	0.031*	0.005 ^{ns}
نمک Salt	3	8.51**	4.31**	0.07**	0.0003 ^{ns}	0.08*
غلظت Concentration	3	5.5**	16.92**	0.07**	0.015*	0.10**
گونه × نمک (Sp×S)	3	1.32 ^{ns}	0.61 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.014*	0.04 ^{ns}
گونه × غلظت (Sp×C)	3	1.31 ^{ns}	0.40 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.011 ^{ns}	0.003 ^{ns}
نمک × غلظت (S×C)	9	2.70**	2.77**	0.02*	0.007 ^{ns}	0.061**
گونه × نمک × غلظت (Sp×S×C)	9	0.86 ^{ns}	0.48 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.010 ^{ns}	0.05*
اشتباه آزمایشی (Error)	64	0.77	0.41	0.010	0.005	0.023
ضریب تغییرات (CV%)	-	18.07	18.66	22.66	9.41	21.04

^{ns}, * و ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and **: No significant, significant at %5 and %1 level of probability, respectively

جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس تأثیر نوع و غلظت نمک بر شاخص های قدرت و کارایی ذخایر بذر گونه های ریحان

Table 7-Analysis variance of effect type and concentration on vigour index and Reserves efficiency basil species

منابع تغییر S.O.V	میانگین مربعات (Means square)					
	درجه آزادی Df	میزان ذخایر SRUR	کارایی ذخایر SRUE	سهم ذخایر FMOB	شاخص طولی قدرت Length vigor index	شاخص وزنی قدرت Weight vigor index
گونه Species	1	0.39**	0.33**	0.040 ^{ns}	20.77**	0.009 ^{ns}
نمک salt	3	0.092**	0.11**	0.18**	14.75**	0.083**
غلظت Concentration	3	0.64**	0.39**	1.43**	55.03**	0.21**
گونه × نمک (Sp×S)	3	0.088**	0.060 ^{ns}	0.19**	5.20*	0.068*
گونه × غلظت (Sp×C)	3	0.11**	0.081 ^{ns}	0.16*	0.83 ^{ns}	0.005 ^{ns}
نمک × غلظت (S×C)	9	0.042*	0.031 ^{ns}	0.08 ^{ns}	4.72**	0.05**
گونه × نمک × غلظت (Sp×S×C)	9	0.038 ^{ns}	0.030 ^{ns}	0.08*	1.40 ^{ns}	0.046*
اشتباه آزمایشی (Error)	64	0.019	0.023	0.04	1.30	0.017
ضریب تغییرات (CV%)	-	28.98	29.49	29.51	15.95	21.85

^{ns}, * و ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and **: No significant, significant at %5 and %1 level of probability, respectively

جدول ۸- مقایسه میانگین اثرات اصلی گونه، نمک و غلظت بر رشد گیاهچه و شاخص‌های قدرت بذر ریحان

Table 8- Comparison of the mean effects of salt and concentration seedling growth and seed vigor index seed of basil

تیمار Treatment	ریشه‌چه طول Radical length	ساقه‌چه طول Hypocotyl length	وزن خشک ساقه‌چه Hypocotyl dry weight	وزن خشک ریشه‌چه Radical dry weight	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	میزان ذخایر SRUR	کارایی ذخایر SRUE	سهم ذخایر FMOB	شاخص طولی قدرت Length vigor index	شاخص وزنی قدرت Weight vigour index
ریحان بنفش Purple basil	5.20a	3.37a	0.42b	0.27a	0.69a	0.86a	0.79b	2.95a	7.62a	0.61a
ریحان قرمز Red basil	4.52b	3.46a	0.48a	0.23b	0.71a	0.69b	2.69a	1.05b	6.69b	0.59a
کلرید سدیم NaCl	5.41a	3.36b	0.46a	0.25a	0.71ab	0.71bc	2.87a	1.84a	7.43a	0.59b
سولفات پتاسیم K ₂ SO ₄	4.77b	3.90a	0.47a	0.25a	0.73a	0.85b	1.19bc	2.17a	7.34a	0.61ab
کلرید سدیم + سولفات پتاسیم NaCl+ K ₂ SO ₄	5.21ab	3.52b	0.50a	0.26a	0.76a	0.66c	2.24ab	1.70a	7.83a	0.68a
مانیتول Manitol	4.06c	2.88c	0.37b	0.24a	0.62b	0.88a	1.02c	2.31a	6.02b	0.54b
0	5.20a	4.27a	0.53a	0.25ab	0.78a	1.33a	0.64b	5.76a	8.88a	0.73a
-3	5.14a	3.93a	0.43b	0.25ab	0.68bc	0.84b	4.06a	5.95b	7.72b	0.59b
-6	4.96a	3.02b	0.43b	0.29a	0.72ab	0.62b	1.94a	0.74b	6.68c	0.60b
-9	4.16b	2.44c	0.42b	0.21b	0.63c	0.52b	2.68a	0.56b	5.32d	0.51c

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه = سانتی‌متر، وزن خشک = گرم، کارایی ذخایر به گرم در گرم بذر حروف متفاوت نشان دهند وجود اختلاف معنی‌داری آزمون LSD در سطح ۵ درصد.

Root length and stem length= centimeter, Dry weight= germ, Performance of reserves= g. seed
Different letters indicate a significant difference between the LSD tests at 5% level.

جدول ۹- مقایسه میانگین اثرات گونه، نمک و غلظت بر شاخص‌های رشد گیاهچه و شاخص‌های قدرت بذر ریحان

Table 9- Comparison of the mean of effects of salt and concentration on seedling growth and seed vigor indexes seed of basil

گونه Species	نمک salt	وزن خشک ریشه‌چه Radical dry weight	میزان ذخایر SRUR	سهم ذخایر FMOB	شاخص طولی قدرت Length vigor index	شاخص وزنی قدرت Weight vigor index
ریحان بنفش Purple basil	کلرید سدیم NaCl	0.26ab	0.92a	1.17b	7.94a	0.62ab
	سولفات پتاسیم K ₂ SO ₄	0.26ab	0.80ab	0.86b	7.72a	0.61ab
	کلرید سدیم + سولفات پتاسیم NaCl+ K ₂ SO ₄	0.26ab	0.78ab	0.86b	7.75a	0.63ab
	مانیتول Manitol	0.32a	0.95a	1.31b	7.07a	0.62ab
	کلرید سدیم NaCl	0.24ab	0.49c	2.51a	6.92a	0.58bc
ریحان قرمز Red basil	سولفات پتاسیم K ₂ SO ₄	0.25ab	0.91a	3.48a	6.95a	0.61ab
	کلرید سدیم + سولفات پتاسیم NaCl+ K ₂ SO ₄	0.25ab	0.55bc	2.54a	7.92a	0.74a
	مانیتول Manitol	0.18b	0.83ab	3.31a	4.98b	0.47c

حروف متفاوت نشان دهند وجود اختلاف معنی‌داری آزمون LSD در سطح ۵ درصد.

Different letters indicate a significant difference between the LSD tests at 5% level.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین اثرات نمک در غلظت بر شاخص های رشد گیاهچه و شاخص های قدرت بذر ریحان

Table 10- Comparison of the mean effects of salt and concentration on seedling growth and seed vigor indexes seed basil

نمک Salt	غلظت Concentration	طول ریشه چه Radical length	طول ساقه چه Hypocotyl length	وزن خشک ساقه چه Hypocotyl dry weight	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	میزان ذخایر SRUR	شاخص طولی قدرت Length vigor index	شاخص وزنی قدرت Weight vigor index
کلرید سدیم NaCl	0	5.20bc	4.38a	0.53a	0.79bc	1.33a	9.06a	0.74c-e
	-3	5.15bc	3.76c	0.39cd	0.59e	0.46ef	7.40cd	0.49g
	-6	6.54a	2.90ef	0.45bc	0.79bc	0.56d-f	7.71bc	0.64c-e
	-9	4.74c-e	2.40g	0.45bc	0.67de	0.48ef	5.54f	0.52g
سولفات پتاسیم K ₂ SO ₄	0	5.20bc	4.23ab	0.53a	0.79bc	1.33a	8.84a	0.73a-c
	-3	5.55b	3.68cd	0.40cd	0.62de	0.64c-e	7.63bc	0.51g
	-6	4.19ef	3.99a-c	0.50ab	0.82ab	0.70cd	6.74de	0.67b-d
	-9	4.16ef	3.71cd	0.44bc	0.67de	0.75cd	6.50e	0.53fg
کلرید سدیم + سولفات پتاسیم NaCl+ K ₂ SO ₄	0	5.20bc	4.23ab	0.53a	0.79bc	1.33a	8.81a	0.73a-c
	-3	5.35bc	3.92bc	0.57a	0.90a	0.47ef	8.27ab	0.81a
	-6	5.26bc	3.29de	0.42c	0.65de	0.44ef	7.55bc	0.57e-g
	-9	5.05b-d	2.65fg	0.50ab	0.71cd	0.41f	6.70de	0.62d-f
مانیتول Manitol	0	5.20bc	4.23ab	0.53a	0.78bc	1.33a	8.83a	0.74ab
	-3	4.52de	4.39a	0.38cd	0.64de	1.01b	7.60bc	0.55e-g
	-6	3.86f	1.11h	0.33de	0.62de	0.77c	4.74f	0.52g
	-9	2.68g	0.99h	0.27e	.45f	0.44ef	2.92g	0.35h

حروف متفاوت نشان دهند وجود اختلاف معنی داری آزمون LSD در سطح ۵ درصد.

Different letters indicate a significant difference between the LSD tests at 5% level.

جوانه زنی را داشت و با کاهش پتانسیل آب، جوانه زنی و طول ساقه چه کاهش یافتند (Seong *et al.*, 1990). گودفری و همکاران (Godfery *et al.*, 2007) بیان نمودند که رسوب نمک در ریشه در حال رشد دلیل اصلی خشکی فیزیولوژیکی و سپس کاهش تقسیم سلولی و در نهایت کاهش رشد ریشه و بنیه بذر می باشد. یکی از دلایل افزایش طول ریشه چه در شرایط تنش، جذب بیشتر آب جهت جوانه زنی است که این امر خود باعث افزایش فعالیت های متابولیکی در داخل بذر جهت جوانه زنی است (El-Sharkawi, *et al.*, 1989). طول ریشه چه و ساقه چه از شاخص های مهم و مؤثر در مرحله جوانه زنی در شرایط

تنش شوری سبب کاهش رشد اندام های هوایی و ریشه می شود (Ghoulam *et al.*, 2002). در تحقیقی روی ژنوتیپ های عدس، در بین صفات اندازه گیری شده طول ساقه چه از حساسیت بیشتری نسبت به تنش برخوردار بود یکی از علت های کاهش طول ساقه چه در شرایط تنش، کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از لپه ها به جنین است. علاوه بر این، کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش باعث کاهش ترشح هورمون ها و فعالیت آنزیم ها و در نتیجه اختلال در رشد گیاهچه (ساقه چه و ریشه چه) می شود (Kafi *et al.*, 2009). در آزمایشی بر روی گون مشخص شد که در تیمار بدون پلی اتیلن گلایکول حداکثر

تنش شوری است، زیرا ریشه در تماس با خاک است و آب را از خاک جذب و ساقه نیز آب و مواد محلول را از ریشه به سایر نقاط منتقل می‌کند و شوری زیاد به علت کاهش جذب آب از طویل شدن ریشه و ساقه جلوگیری می‌کند (Jamil *et al.*, 2006). کاهش رشد گیاهچه تحت تنش شوری تا حدودی به دلیل کاهش تحرک نشاسته می‌باشد که در اثر کاهش فعالیت آمیلاز و محتوای بالای نشاسته در لپه‌ها یا آندوسپرم گیاهان تحت تنش است. کاهش فعالیت آمیلاز در بذور گیاهان تحت تنش به کاهش تشکیل گلوکز از نشاسته منجر شده است که حاصل آن کاهش سنتز ساکارز است و این وضعیت باعث محدود شدن محور جنین‌زا و کاهش رشد گیاهچه تحت شرایط تنش می‌شود (Mehrabi *et al.*, 2007).

کارایی ذخایر

میزان استفاده از ذخایر، کارایی استفاده از ذخایر و سهم ذخایر تحت تأثیر اثرات اصلی گونه، نمک و غلظت قرار گرفت. اثرات دو گانه گونه در غلظت، تنها بر میزان استفاده از ذخایر و سهم استفاده از ذخایر در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود ولی اثر دو گانه گونه در غلظت در سطح ۱ درصد بر میزان استفاده از ذخایر و در سطح ۵ درصد بر کارایی استفاده از ذخایر و سهم ذخایر تأثیر گذار بود. تأثیر نمک در غلظت تنها بر میزان استفاده از ذخایر و اثر سه گانه

گونه در نمک در غلظت بر سهم استفاده از ذخایر معنی‌دار شد (جدول ۷). مقایسه میانگین اثرات دو گانه در مورد میزان استفاده از ذخایر نشان می‌دهد، بیشترین (۰/۹۲ میلی گرم) و کمترین (۰/۷۸ میلی گرم) میزان استفاده از ذخایر در مورد ریحان بنفش به ترتیب از نمک NaCl و استفاده همزمان از NaCl+K₂SO₄ مشاهده شد. این در حالی است که بیشترین میزان استفاده از ذخایر (۰/۹۱ میلی گرم) در مورد ریحان قرمز از نمک K₂SO₄ و کمترین مقدار (۰/۴۹ میلی گرم) از کاربرد NaCl به دست آمد (جدول ۹). مقایسه میانگین‌های نیز نشان می‌دهد که با کاهش پتانسیل اسمزی میزان استفاده از ذخایر کاهش یافته و این تغییرات بستگی به نوع نمک متفاوت می‌باشد. بالاترین میزان استفاده از ذخایر (۱/۳۳ میلی گرم) در پتانسیل اسمزی صفر مشاهده شد و کمترین میزان استفاده از ذخایر (۰/۴۱ میلی گرم) نیز پتانسیل -۹ استفاده همزمان از NaCl و K₂SO₄ حادث شد. در این گونه‌های مختلف ریحان نیز مشاهده شد، میزان استفاده از ذخایر در ریحان بنفش در پتانسیل‌های مختلف با کاهش ۴۳ درصد از ۱/۲۲ به ۰/۶۹ میلی گرم رسید، این در حالی است که در ریحان قرمز میزان استفاده از ذخایر از ۱/۴۴ میلی گرم در پتانسیل صفر به ۰/۳۵ میلی گرم در پتانسیل -۹ رسید که با کاهش ۷۵ درصدی همراه بود (جدول ۸).

جدول ۱۱- مقایسه میانگین اثرات گونه در غلظت بر شاخص‌های قدرت و کارایی ذخایر بذر ریحان

Table 11- comparison mean of effects species and concentration on the vigor index and reserves efficiency seed Basil

گونه species	غلظت concentration	میزان ذخایر SRUR	سهم ذخایر FMOB	شاخص طولی قدرت Length vigour index
	0	1.22a	0.74c	1.91b
ریحان بنفش Purple basil	-3	0.76b	0.97bc	0.68c
	-6	0.78b	1.05bc	0.97bc
	-9	0.69bc	1.12bc	0.64c
	0	1.44a	0.56c	9.60a
ریحان قرمز Red basil	-3	0.53b-d	3.14a	1.23bc
	-6	0.46cd	2.83ab	0.52c
	-9	0.35d	4.26a	0.47c

Performance of reserves = G. Seed

کارایی ذخایر = گرم در گرم بذر

حروف متفاوت نشان دهند وجود اختلاف معنی‌داری آزمون LSD در سطح ۵ درصد.

Different letters indicate a significant difference between the LSD tests at 5% level.

ذخایر نیز نشان داد، سهم استفاده از ذخایر با توجه به گونه گیاهی، نوع ماده در طی پتانسیل های مختلف تغییرات متفاوتی داشته است؛ به طوری که در ریحان بنفش طی کاربرد NaCl سهم ذخایر در پتانسیل اسمزی پایین روند کاهشی داشته، ولی در پتانسیل اسمزی بالا (۹- بار) افزایش یافت، این در حالی است که در K_2SO_4 در تمام پتانسیل ها روند کاهشی داشته است، اما در مورد ریحان قرمز نتایج عکس بوده و در NaCl روند نزولی بود (جدول ۱۲).

کارایی ذخایر بذریه در ریحان قرمز بیشتر از ریحان بنفش بود همچنین کارایی استفاده از ذخایر تحت تأثیر نمک های مختلف قرار گرفته به طوری که NaCl با میانگین ۲/۸۷ بالاترین مقدار و مانیتول با میانگین ۱/۰۲ کمترین مقدار بودند. کارایی استفاده از ذخایر در طی کاهش پتانسیل اسمزی نتایج متفاوتی داشته بود به طوری که کمترین کارایی استفاده از ذخایر با میانگین ۰/۶۴ از آب مقطر و بالاترین کارایی استفاده از ذخایر از پتانسیل اسمزی ۳- (با میانگین ۴/۰۶) بدست آمد (جدول ۸). مقایسه میانگین اثرات سه گانه در مورد سهم استفاده از

جدول ۱۲- مقایسه میانگین اثرات گونه در نمک در غلظت بر شاخص های رشد گیاهچه و قدرت بذریه ریحان.

Table 12- Comparison mean of effects of Species in salt in concentration on the Seedling growth and seed vigor index of seed Basil.

گونه	نمک	غلظت	وزن خشک گیاهچه	سهم ذخایر	شاخص وزنی قدرت
Species	Salt	Concentration	Dry weight seedling	FMOB	Weight vigour index
ریحان بنفش Purple basil		0	0.77bc	1.92cd	0.74bc
	کلرید سدیم NaCl	-3	0.62f-h	0.79f-i	0.55g-j
		-6	0.78bc	0.91e-h	0.65de
		-9	0.66d-g	1.05e-g	0.55g-j
	سولفات پتاسیم K_2SO_4	0	0.77bc	1.92cd	0.74bc
		-3	0.71c-e	0.62f-k	0.61e-g
		-6	0.64e-g	0.43h-k	0.56g-i
		-9	0.66d-g	0.48g-k	0.54h-j
		0	0.77bc	1.92cd	0.74bc
		-3	0.73b-d	0.56f-k	0.61e-g
	کلرید سدیم + سولفات پتاسیم NaCl+ K_2SO_4	-6	0.60g-i	0.44h-k	0.52h-j
		-9	0.73b-d	0.51f-k	0.65de
0		0.77bc	1.92cd	0.73bc	
مانیتول Manitol		-3	0.68d-f	0.73-k	0.61e-g
		-6	0.77bc	2.08c	0.69cd
		-9	0.46jk	0.52f-k	0.42l
ریحان قرمز Red basil		0	0.80b	0.60f-k	0.74bc
	کلرید سدیم NaCl	-3	0.55hi	0.13k	0.43kl
		-6	0.80b	0.21i-k	0.64d-f
		-9	0.69d-f	0.08k	0.50ij
	سولفات پتاسیم K_2SO_4	0	0.80b	0.60f-k	0.73bc
		-3	0.53ij	1.71cd	0.42l
		-6	1.0a	1.10ef	0.78b
		-9	0.69d-f	1.48de	0.52h-j
		0	0.79b	9.60a	0.72bc
		-3	1.60a	0.19jk	1.009a
	کلرید سدیم + سولفات پتاسیم NaCl+ K_2SO_4	-6	0.71c-e	0.23i-k	0.64d-f
		-9	0.68d-f	0.15jk	0.58f-h
0		0.79b	9.60a	0.75bc	
مانیتول Manitol		-3	0.60g-i	2.91b	0.49jk
		-6	0.70bc	2.00c	0.61cd
		-9	0.44k	0.18jk	0.29m

Dry weight = gr, Performance of reserves = g. Seed

وزن خشک = گرم، کارایی ذخایر به گرم در گرم بذریه

حروف متفاوت نشان دهند وجود اختلاف معنی داری آزمون LSD در سطح ۵ درصد.

Different letters indicate a significant difference between the LSD tests at 5% level.

آزمایشی دیگر نشان داد، مقدار استفاده از ذخایر بذر، کارایی استفاده از ذخایر بذر و درصد تخلیه بذر در گندم با افزایش تنش شوری کاهش و سرعت جوانه‌زنی افزایش پیدا کرد (Armin and Ajamnoroozi, 2014)، در حالی که در نخود عدم تأثیر شوری بر کارایی استفاده از ذخایر بذر گزارش شد (Soltani *et al.*, 2001). این محققان در بررسی خود مشاهده کردند، فقط در مقادیر شوری بالا (۰/۹ مگاپاسکال) کارایی استفاده از ذخایر بذر کاهش یافت. همچنین گزارش‌ها حاکی از آن است که، در ارقام مختلف عدس با افزایش تنش خشکی مقدار ذخایر بذری پویا شده، درصد تخلیه ذخایر بذری و وزن خشک گیاهچه به‌طور خطی کاهش یافت که کاهش در این پارامترها سبب کاهش وزن خشک گیاهچه خواهد شد (Rassam and Dadkhah, 2013). کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش باعث کاهش ترشح هورمون‌ها و فعالیت آنزیم‌ها و در نتیجه اختلال تحرک ذخایر بذر می‌شود (Kafi *et al.*, 2009). کاهش فعالیت آمیلاز در بذر گیاهان تحت تنش به کاهش تشکیل گلوکز از نشاسته منجر شده است که حاصل آن کاهش سنتز ساکارز شده که این امر موجب کاهش کارایی ذخایر بذر می‌شود (Mehrabi *et al.*, 2007).

شاخص قدرت بذر

شاخص وزنی و طولی قدرت تحت تأثیر اثرات اصلی گونه، نمک و غلظت در سطح ۱ درصد و اثرات دوگانه گونه در نمک در سطح ۵ درصد و نمک در غلظت در سطح ۱ درصد قرار گرفت. اثرات سه گانه گونه در نمک در غلظت در سطح ۵ درصد بر شاخص وزنی قدرت معنی‌دار شد (جدول ۷). مقایسه میانگین‌ها نشان داد، بالاترین شاخص وزنی قدرت ریحان بنفش از پتانسیل اسمزی صفر در تمام نمک‌های مشاهده شد. کمترین شاخص وزنی ریحان بنفش نیز از پتانسیل ۹- بار مانتیول حادث شد. بالاترین و پایین‌ترین شاخص وزنی قدرت ریحان قرمز به ترتیب از پتانسیل ۳- بار تیمار

۹- بار مانتیول به‌دست آمد (جدول ۹). مقایسه میانگین اثرات دوگانه گونه در نمک نشان داد، کمترین شاخص طولی قدرت با میانگین ۴/۹۸ در کاربرد مانتیول در ریحان قرمز مشاهده شد (جدول ۶). همچنین در بین پتانسیل‌های مختلف ایجاد شده توسط ماده‌های مختلف بیشترین (۹/۰۶) و کمترین (۲/۹۲) شاخص طولی قدرت به ترتیب در پتانسیل صفر NaCl و پتانسیل اسمزی ۹- بار مانتیول به‌دست آمد (جدول ۸). همچنین مقایسه میانگین‌های دوگانه گونه در غلظت نیز نشان داد، شاخص طولی قدرت در ریحان بنفش ۱/۹۶ بوده که در اثر پتانسیل ۹- بار با کاهش ۶۷ درصدی به ۰/۶۴ رسید. شاخص طولی قدرت در ریحان قرمز نیز در پتانسیل ۹- بار با کاهش ۹۵ درصدی از ۹/۶ به ۰/۴۷ رسید (جدول ۸). تغییرات شاخص‌های قدرت با جوانه‌زنی مرتبط می‌باشد. به‌طوری‌که افزایش در جوانه‌زنی موجب افزایش در شاخص وزنی و طولی قدرت نیز می‌گردد (Parmoon *et al.*, 2014). در یافته‌های صدقی و همکاران (Sedghi *et al.*, 2010) و پرمون و همکاران (Parmoon *et al.*, 2013) نیز شوری موجب کاهش میزان استفاده از ذخایر بذر و افزایش کارایی و کسر ذخایر بذر شد. کاهش مقدار استفاده از ذخایر بذر و کاهش کسر انتقال یافته ذخایر بذر به گیاهچه در شرایط شوری می‌تواند به دلیل کاهش فعالیت هورمون جیبرلین و کاهش سنتز آنزیم‌های هیدرولیز کننده آلفا و بتا آمیلاز در فرآیند جوانه‌زنی باشد که در نتیجه کاهش قدرت بذر را به همراه دارد (McDonald, 1999).

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که تنش خشکی و شوری موجب کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و کارایی ذخایر و قدرت بذر در گونه‌های ریحان شده که ریحان قرمز در مقایسه با بنفش از تحمل بیشتری برخوردار بود. در بین ترکیب‌های تیماری، ترکیب NaCl+K₂SO₄

ریحان بنفش بیشتر بود و در گونه قرمز برابر با ۰/۸۴- مگاپاسکال (۸/۴- بار) بدست آمد. ارزیابی مدل زمان رطوبتی برای تعیین درصد جوانه زنی نشان داد که می توان از خروجی مدل برای پیش بینی جوانه زنی در شرایط تنش نیز استفاده کرد. آستانه تحمل به شوری در مرحله جوانه زنی نشان داد، در ریحان بنفش در تیمارهای NaCl، K₂SO₄ و NaCl+K₂SO₄ به ترتیب برابر دارای آستانه تحمل ۰/۵۹، ۰/۱۳ و ۰/۸۷- بار و در ریحان قرمز در تیمارهای فوق به ترتیب برابر با ۰/۳۱، ۰/۲۵ و ۰/۸۸- بار بود.

بیشترین تأثیر را بر صفات مورد بررسی داشته که نشان دهنده این است که اثر سمیت این یونها بیشتر از تأثیرات اسمزی آنها می باشد. همچنین در این مطالعه داده های جوانه زنی دو گونه ریحان در سطوح مختلف خشکی با استفاده از مدل زمان رطوبتی به صورت نوین تجزیه شد. نتایج خروجی مدل نشان داد که سرعت جوانه زنی در شرایط تنش خشکی در گیاه ریحان قرمز ($\theta_H = 37/32$) نسبت به ریحان بنفش ($\theta_H = 106/20$) بیشتر بود. این در حالی بود که یکنواختی جوانه زنی برای ریحان بنفش ($\sigma_{\psi_b} = 3/37$) نسبت به ریحان قرمز ($\sigma_{\psi_b} = 1/44$) بیشتر بود. از نظر مقاومت به خشکی ($\Psi_b(50)$) ریحان قرمز نسبت به

References

منابع

- Abdul-Baki, A.A., and J.D. Anderson, 1973.** Vigor determination in soybean by multiple criteria. *Crop Sci.* 13: 630-633.
- Adigzel, A., M. Gulluce, M. Sengul, H. Ogutcu, and I. Karaman, 2005.** Antimicrobial Effects of *Ocimum basilicum* (Labiatae) Extract. *Turkish J. Biol.* 29: 155-160.
- Alimagham, S. M., and F. Ghaderifar, 2014.** Hydrotim model: Introduction and application in researches seed. *Environ. Stresses Crop Sci.* 7(1): 41- 52. (In Persian)
- Alizadeh, A. 1995.** Plants soil and-water relationships. Astan Quds Razavi the University of Imam Reza (AS). (In Persian)
- Almansouri, M., J.M. Kinet, and S., Lutts, 2001.** Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Plant Soil.* 231: 243-254.
- Alvarado, V., and K. J. A. Bradford, 2002.** Hydrothermal time model explains the cardinal temperatures for seed germination. *Plant Cell Environ.* 25: 1061-1069.
- Armin, M., and H. Ajamnoroozi, 2014.** The effect of seed priming on germination and heterotrophic wheat seedling in the drought and salinity stress conditions. *J. Seed Res.* 3. 52-59. (In Persian)
- Balbaki, R.Z., R.A. Zurayk, M.M. Blek, and S.N. Tahouk, 1999.** Germination and seedling development of drought tolerant and susceptible wheat under moisture stress. *Seed Sci. Technol.* 27: 291-302.
- Barzegar, A., and M. Rahmani, 2004.** The effects of some of stressors on germination of *Hyssopus officinalis*. Abstracts of articles the Second Symposium of Medicinal Plants University of Shahed. Page 67. (In Persian)
- Bradford, K. J. 1990.** A water relation analysis of seed germination rates. *Plant Physiol.* 94: 840-849.
- Bradford, K. J. 1997.** The hydrotim concept in seed germination and dormancy, pp 349-360. In: Ellis, R.H., Black, M., Murdoch, A.J., Hong, T.D. (eds.), *Basic. Applied Aspect. Seed Biology*, Boston, Kluwer Academic Publishers.
- Bradford, K. J. 2002.** Applications of hydrothermal time to quantifying and modeling seed germination and dormancy. *Weed Sci.* 50: 248-260.
- Bradford, K.J., and O.A., Somasco, 1994.** Water relations of lettuce seed thermo inhibition. I. Priming and endosperm effects on base water potential. *Seed Sci. Res.* 4: 1-10.

- Bradford, K.J., and D.W. Still, 2004.** Application of hydro time analysis in seed testing. *Seed Sci. Technol.* 26: 74-85.
- Bromanderazazadeh, Z., and A.R. Kochehi, 2006.** Seed Germination response Ajowan, fennel and dill of osmotic and matric potentials of sodium chloride and PEG 6000 in different temperatures. *Iranian Agron. Res.* 3 (2): 207- 217. (In Persian)
- Burnham, K. P., and D.R. Anderson, 2002.** Model selection and multimodal inference: A practical information- theoretic approach. Springer, New York, USA.
- Chauhan, B.S., G. Gill, and C. Preston, 2006.** Factors affecting seed germination of annual sow thistle. (*Sonchus oleraceus*) in southern Australia. *Weed Sci.* 54: 854-860.
- Coolbear, P. 1984.** The effect of low temperature pre-sowing treatment on the germination performance and membrane integrity of artificially aged tomato seeds. *J. Exp. Bot.* 35:1609-1617.
- Dadras, N., H. Besharati, and A. Ketabchi, 2012.** The effects of salinity stress caused by the sodium chloride on growth and the biological nitrogen stabilization in the three soybean varieties. *J. Soil Res. (Soil and the water).* 26(2): 165-174. (In Persian)
- Dahal, P., and K.J. Bradford, 1990.** Effects of priming and endosperm integrity on seed germination rates of tomato genotypes. II. Germination at reduced water potential. *J. Exp. Bot.* 41: 1441–1453.
- El-Sharkawi, H. M., K. A. Farghali, and S. A. Sayed, 1989.** Interactive Effects of Water Stress, Temperature and Nutrients in Seed Germination of Tree Desert Plants. Academic Press of Egypt. 231-233.
- Gama, P.B.S., S. Lnanaga, K. Tanaka, and R. Nakazawa, 2007.** Physiological response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedling to salinity stress. *African J. Biotechnol.* 6: 79-88.
- Ghaderi, Sh., J. Ghorbani, P. Golami, A. Karimzadeh, and F. Salarian, 2011.** The effects of drought and salinity stress on the germination indices of hairy vetch (*Vicia villosa* L.). *J. Agro.* 3(1):130-121. (In Persian)
- Ghoulam, C., A. Foursy, and K. Fares, 2002.** Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Environ. Exp. Bot.* 47: 39-50.
- Godfery, W. N., J.C. Onyango, and E. Beck. 2007.** Sorghum and salinity: 2. Gas exchange and chlorophyll11 fluorescence of sorghum under salt stress. *Crop Sci.* 44: 806-811.
- Grundy, A.C., K. Phelps, R.J. Reader, and S. Burston, 2000.** Modeling the germination of *Stellaria media* using the concept of hydrothermal time. *New Phytol.* 148: 433-444.
- Guerke, W.R., T. Gutormson, D. Meyer, M. McDonald, D. Mesa, J.C. Robinson, and D. TeKrony, 2004.** Application of hydrotime analysis in seed testing. *Seed Sci. Technol.* 26 (1): 75-85.
- Gummerson, R.J., 1986.** The effect of constant temperatures and osmotic potentials on the germination of sugar beet. *J. Exp. Bot.* 37: 729–741.
- Hassani, A. 2005.** Polyethylene glycol induced water stress on basil seed. *J. Med. Arom. Plants Res. Iran.* 4(21): 535-544. (In Persian)
- Hosseini, H., and P. Rezvani Moghadam, 2006.** Effect of water and salinity stress in seed germination on Isabgol (*Plantago ovata*). *Iranian J. Agric. Res.* 4(1): 15-22. (In Persian)
- Huarte, H.R., and R.L. Benceh-Arnold, 2005.** Incubation under fluctuating temperatures reduces mean basewater potential for seed germination in several non-cultivated species. *Seed Sci. Res.* 15: 89–97.
- Huarte, R.H., 2006.** Hydrotime analysis of the effect of fluctuating temperatures on seed germination in several non-cultivated species. *Seed Sci. Technol.* 34: 533-547.
- Hucl, P. 1993.** Effect of temperature and moisture stress on the germination of diverse common bean genotypes. *Canadian J. Plant Sci.* 73: 697-702.
- Jaleel, C. A., R. Gopi, P. Manivannan, and R. Pannercselvam, 2007.** Ant oxidative potentials as a protective mechanism in *Catharanthus roseus*. *Turkish J. Bot.* 31: 245-251.
- Jamil M, D.B. Lee, K.Y. Jung, M. Ashraf, S.C. Lee, and E.S. Rha, 2006.** Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of four vegetables. *J. Central European Agric.* 7 (2): 273-282.

- Javadi, H., M.H. Saghafoleslami, and G.R. Mosavi, 2014.** The effect of salinity on germination and early primal seedling growth of four species of medicinal plants. *J. Iran Crop Res.* 12(1): 53-64. (In Persian)
- Kaboli, M.M. and M. Sadeghi, 2002.** The effect of drought stress on the germination of three species of sainfoin. *Pajouhesh va Sazandeg.* 18: 21-54. (In Persian)
- Kafi, M., A. Nezami, H. Hoseyni, and A. Masoomi, 2009.** Physiological effects of drought stress by polyethylene glycol on germination of lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes. *J. Iranian Field Crop Res.* 1(3): 69-79 (In Persian)
- Kaya, M.D., G. Okcu, M. Atak, Y. Cıkkılı, and O. Kolsarıcı, 2006.** Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European J. Agron.* 24: 291-295.
- Kebreab, K., and A.J. Murdoch, 1999.** Modeling the effects of water stress and temperature on germination rate of Orobanche aegyptiacaseeds. *J. Exp. Bot.* 50: 655-664.
- Khalid, A., S. Kh, F. Hendawy, and E. El-Gezawy, 2006.** *Ocimum basilicum* L. Production under Organic Farming. *Res. J. Agric. Biol. Sci.* 2(1): 25-32.
- Khamari, I., Sh. Sarani, and M. Dahmardeh, 2007.** The Effect of salinity on seed germination and seedling growth in the six species of medicinal plants. *Quarterly Scientific-research periodical Medicinal and Aromatic Plants of Iran*, 23(3): 339-331. (In Persian)
- Khodadadi, M. 2002.** The study Effects of salinity and the of seed preparation on physiological and morphological characteristics varieties of onion. PhD Thesis. Department of Horticulture, University of Madras. (In Persian)
- Maas, E.V., and G.J. Hoffmann, 1977.** Crop salt tolerance-current assessment. *J. Irrig. Drainage Div., ASCE* 103 (IR2): Pp: 115-134.
- Majnoonhoseini, N. and S. Davazdahemami, 2007.** Agronomic Production some of medicinal plants and spicily Emissions university of Tehran. Pp. 300. (In Persian)
- Manchanda, G., and N. Garg, 2008.** Salinity and its effects on the functional biology of legumes. *Acta Physiol. Plant*, 30: 595-618.
- McDonald, M.B. 1999.** Seed deterioration. Physiology, repair and assessment. *Seed Sci. Technol.* 27: 177-237.
- Mehrabi, A. A., B. Yazdisamadi, M.R. Naghavi, M. Omidi, and R. Tavakolafshari, 2007.** Abscisic acid and kinetin effects on seed germination and seedling early growth of wheat under salinity stress. *Res. Construction*, 77: 83-93.
- Mosleharai, A. G.R. Bakhshi- khaniki, N. Nemati, and M. Soltani, 2010.** The effects of salt stress on germination and Seed Vigour in the three of salsola species of (*Salsola arbuscula*, *Salsola yazdiana*, *Salsola abarghuensis*). *J. genetic. plant breeding rangeland and forest*, 18(2): 279-267. (In Persian)
- Omidbeigi, R. 2005.** Production and processing of medicinal plants. **The second volume, published by the behnashr, Mashhad**, 438 pages. (In Persian)
- Panahy, M., KH. Akbarim, J. Rostakhize, and M. Golbash, 2013.** Response genotypes safflower to salt stress of traits germination and first growth seedling. *Iranian Seed Sci. Technol.* 212-222. (In Persian)
- Parida, A. K., B. Das, B. Mitra, and P. Mohanty, 2005.** Salt-stress induced alterations in protein profile and protease activity in the mangrove, *Bruguiera parviflora* L. *Z Naturforsch.* 59: 408-414.
- Parmoon, GH, A. Ebadi, and M. Asadi, 2015.** The effect of salinity on seed germination and seedling establishment-some of Milk thistle (*Silybum marianum*) and Echinops (*Echinops candidus*). *Iranian Seeds Sci. Technol.* 4 (1): 52- 39. (In Persian)
- Parmoon, Gh., A. Ebadi, and H. Tavakoli, 2014.** Effects after repining and some properties of maternal plants on germination and seed vigor of milk thistle (*Silybum marianum*). *Seed Sci. Res.* 4(2): 51-52. (In Persian)
- Rassam, G. and A. Dadkhah, 2013.** The Effect of Drought Stress on Germination and Heterotrophic Seedling Growth Characteristics of Lentil (*Lens culinaris* Medik). *J. Agron. Sci.* 6(9): 13-24.

- Safarnezhad, A., M. Salami, and H. Hamidi, 2007.** Morphological characterization of medicinal plants *Plantago major* and *ovata* to salinity stress. *Agron. J. (Pajouhesh and Sazandeg)* .27: 77-88. (In Persian)
- Saghafol-eslmi, M.J. 2010.** Effects of salinity on Germination of *Satureja (Satureja hortensis L)*, of chicory (*Cynara scolymus L.*) and artichoke (*Cichorium intybus L.*). *J. Agron. Res.* 8(5): 823-818. (In Persian)
- Sairam, R. K., G.C. Srivasta, S. Agarwal, and R.C. Meena, 2005.** Difference in antioxidant activity in response to salinity stress in tolerant and susceptible wheat genotypes. *Biol. Planetarium*, 49 (1): 85-91.
- Sarmadnian, G. 1996.** **Seed technology.** (Translation). Vol.1. Mashhad University Jihad Publications. Page 228. (In Persian)
- Sedghi, M, A. Nemati, B. Amanpour-Balaneji, and A. Gholipouri, 2010.** Influence of different priming materials on germination and seedling establishment of milk thistle (*Silybum marianum*) under salinity stress. *World Applied Sci. J.* 11 (5): 604- 609, 2010
- Seong, R.C., Y. Park, and J.Y. Chol, 1990.** Effects of temperature, Polyethylene glycol and Sulphuric acid treatments on germination of Chinese milkvetch. *Korean J. Crop Sci.* (35) 248-253.
- Soltani, A., S. Galeshi, E. Zainali, and N. Latifi, 2001.** Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. *Seed Sci. Technol.* 30: 51-60.
- Soltani, E., B. Kamkar, S. Galeshi, and F. Akram-Ghaderi, 2008.** The effect deterioration of Seed on the seed and of the depletion of growth of heterotrophic of wheat. *J. Agric. Sci. Natural Reso.* 15(1):26-38. (In Persian)
- Springer, T. L. 2005.** Germination and early seedling growth of chaffy-seeded grasses at negative water potentials. *Crop Sci.* 45: 2075-2080.
- Still, D.W., and K.J. Bradford, 1998.** Using hydrotimic and ABA-time models to quantify seed quality of brassicas during development. *J. American Soc. Horti. Sci.* 123: 692-699.
- Tester, M. and R. D. Venport, 2003.** Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. *Annual Bot.* 91: 503-527.
- Uniyal, R. C., M. R. Uniyal, and P. Jain, 2002.** Cultivation of medicinal plants in India. A reference book.
- Watt, M.S., V. Xu, and M. Bloomberg, 2010.** Development of a hydrothermal time seed germination model which uses the Weibull distribution to describe base water potential. *Ecolo. Modelling*, 221: 1267–1272.
- Windauer, L., A. Altuna, and R. Bencech-Arnold, 2007.** Hydrotimic analysis of *Lesquerella fendleri* seed germination responses to priming treatments. *Industrial Crops Products*, 25: 70-74.
- Zeinali, A., A. Soltani and S. Galeshi. 2002.** Seed germination response of canola to salinity stress. *Iranian J. Agric. Sci.* 33(1): 137-145. (In Persian)